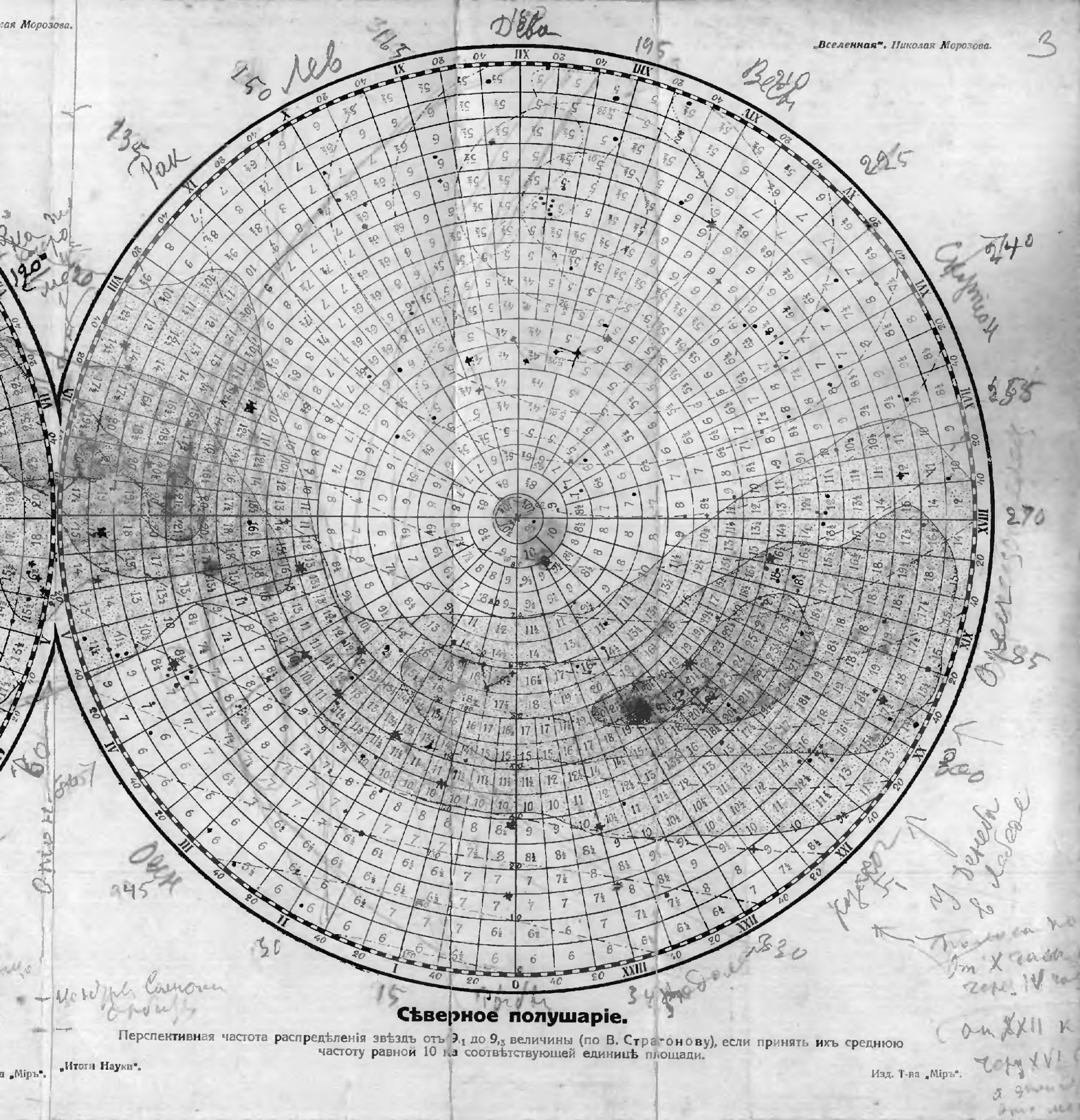
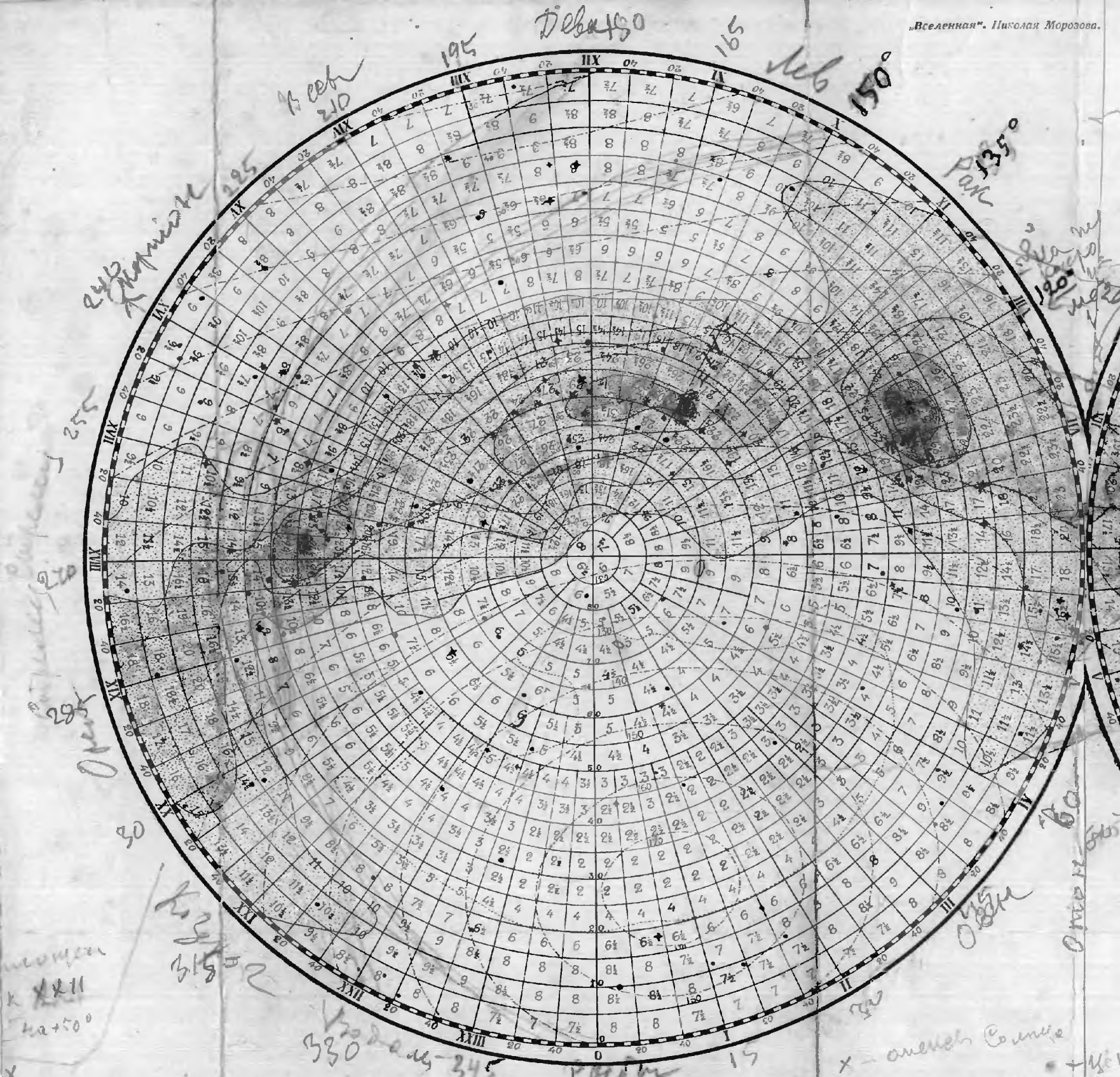


VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM







Свѣтъ и тѣма. Рисунокъ А. Менцеля, середины XIX вѣка.

I.

Передъ лицомъ безконечности и вѣчности.

1. Отъ стараго къ новому.

Когда говорятъ объ относительности нашихъ научныхъ знаній, о томъ, что въ длинной эволюціи человѣческихъ идей „одни ученія смѣнялись другими, и эти другія, въ свою очередь, будутъ въ грядущемъ смѣняться третьими“, человѣкъ съ серьезнымъ физико-математическимъ знаніемъ невольно улыбается и говоритъ: какъ жаль, что, вѣчно витая въ области чисто философскихъ метафизическихъ представленій, эти люди никогда не изучали хотя бы исторіи развитія науки о вселенной! Тогда они узнали бы, что въ области реальной науки не было ничего подобнаго, что за весь длинный періодъ своего умственного развитія на земномъ шарѣ, носящемся въ безконечномъ міровомъ пространствѣ, человѣкъ приближался все болѣе и болѣе къ тѣмъ представленіямъ, которымъ суждено остаться неизмѣнными не только на землѣ, но и на всѣхъ остальныхъ свѣтилахъ, гдѣ только ни занялась теперь или не займется въ будущемъ заря сознательной жизни.

Возьмемъ хотя бы эволюцію нашихъ представленій о вселенной. Когда-то, много вѣковъ тому назадъ, въ тѣ дни, когда религія была еще ничѣмъ инымъ, какъ философіей природы, и потому пускала глубокіе корни въ человѣческія души, еврейская Библія дала обитателямъ береговъ Средиземнаго моря простой отвѣтъ на всѣ возникавшіе въ ихъ наивныхъ головахъ вопросы, на тѣ самые вопросы, которые повторяетъ теперь намъ, какъ результатъ, такъ сказать, эмбриональнаго переживанія доисторическаго прошлаго, и каждый любознательный ребенокъ.

— Откуда произошла вселенная?—спрашивалъ древній чело-
вѣкъ.

— Ее сотворилъ изъ ничего Богъ, существующій вѣчно,—от-
вѣчала ему древняя теологія-философія.

— Что представляетъ изъ себя эта созданная Богомъ вселенная?

— Холмистый четырехугольникъ—землю. Онъ прикрытъ стеклян-
нымъ колпакомъ—небеснымъ сводомъ, а затѣмъ вода находится надъ
этимъ сводомъ и вода подъ землей безъ конца (верхнія и нижнія воды).

Дальше спрашивать было нечего, умъ человѣка былъ удовле-
творенъ. И это удовлетвореніе было причиной того, почему религія
была сильна, пока она была естественной философіей стариннаго
міровѣдѣнія, и почему она неизбѣжно должна была пасть, когда
отстала въ своихъ окаменѣвшихъ представленіяхъ отъ постоянно
идущей впередъ науки.

Но даже и въ наивныхъ первобытныхъ идеяхъ было уже
зерно истины. Вглядываясь въ старинные рисунки древней вселенной,
мы видимъ, что ея центральная часть, та часть, изъ которой исходило
начало нашихъ знаній—берега Средиземнаго моря—рисовались и на
картахъ и въ воображеніи древнихъ довольно правильно, хотя ихъ
контуровъ и до сихъ поръ никто никогда не видалъ, и они
опредѣлялись научными методами, выработанными уже зарождав-
шейся тогда геодезіей.

Затѣмъ былъ сдѣланъ и новый шагъ впередъ. Александрійскій
ученый Птолемей во второмъ вѣкѣ нашего лѣтосчисленія окон-
чательно установилъ, разъ и навсегда, старинное предположе-
ніе Пифагора, что земля представляетъ изъ себя шаръ, съ кото-
раго люди не падаютъ только потому, что верхъ и низъ не одни
и тѣ же въ разныхъ странахъ земли, а вездѣ различны. Низъ всегда
обращенъ къ центру земнаго шара, а верхъ въ противоположную
сторону, и потому наше паденіе всегда происходитъ къ землѣ, а
не отъ нея. Здѣсь человѣческій умъ уже сдѣлалъ великій скачокъ по
направленію къ вѣчному абсолютному знанію! Человѣкъ еще не зналъ
всѣхъ подробностей земной поверхности, не зналъ главнѣйшихъ
очертаній моря и суши даже на своемъ „восточномъ“ полушаріи, а
о другомъ, „западномъ“, американскомъ, совершенно не имѣлъ ни-
какихъ представленій, но онъ уже понялъ, что земля круглая, и это,
добытое его „научкой“, представленіе будетъ вѣчнымъ и никогда не
смѣнится никакимъ другимъ, хотя и оно было сдѣлано скачкомъ, по-
верхъ деталей, узанныхъ окончательно лишь черезъ двѣ тысячи лѣтъ!

Однако, за предѣлами поверхности земнаго шара еще все было
фантастично даже и послѣ Птолемея. Вокругъ земли, по средне-
вѣковымъ представленіямъ, двигались солнце, луна и пять планетъ (Мер-
курій, Венера, Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ), и этимъ семи свѣтиламъ
приписывались таинственныя вліянія на жизнь народовъ и отдѣль-
ныхъ лицъ. Человѣческая мысль, временно пошедшая по ложному
направленію, не могла остановиться, пока не дошла на немъ до аб-

сурда, и пока астрономія не обратилась цѣликомъ въ астрологію, т.-е.
въ простое гаданье по звѣздамъ. Планеты стали казаться суевѣрнымъ
средне-вѣковымъ ученымъ конями, скачущими по небу, а созвѣздія
Зодіака—всадниками, по очереди сающимися на нихъ, какъ это мы
видимъ на яркомъ примѣрѣ Апокалипсиса. Но вотъ, въ эпоху воз-
рожденія наукъ и искусствъ человѣческой геній въ лицѣ Коперника
сдѣлалъ новѣй огромный шагъ впередъ и, установивъ вращеніе земли
и луны, какъ двухъ планетъ-близнецовъ, вокругъ солнца, отодвинулъ
границы нашего абсолютнаго вѣчнаго знанія въ такую даль, о которой

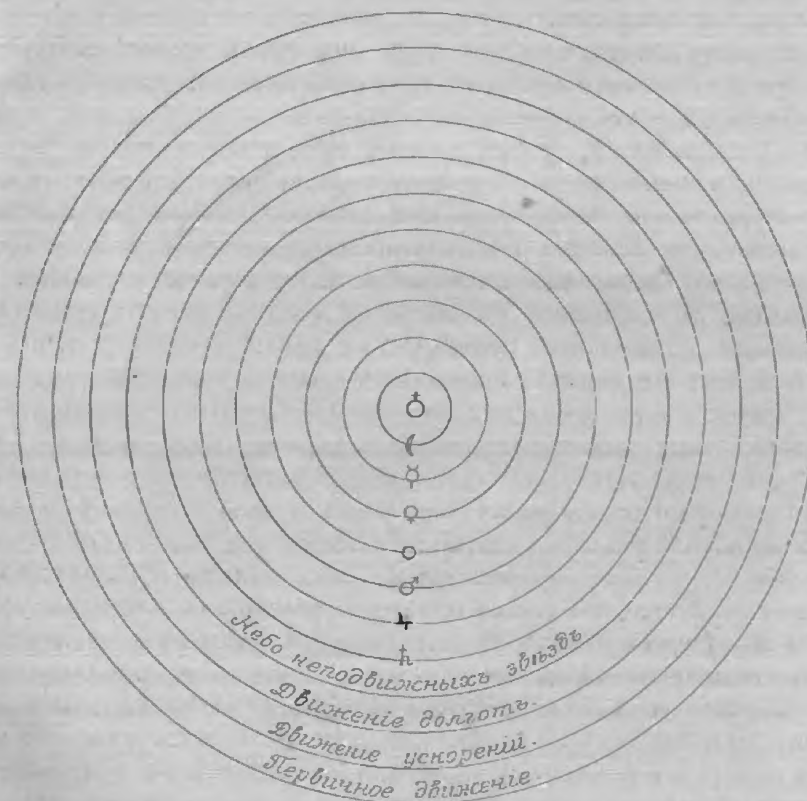


Рис. 240. Птолемея система въ средне-вѣковой передачѣ.

⊙—круглая земля въ центрѣ вселенной.
☾—Луна. ☉—Солнце.
☿—Меркурій. ♂—Марсъ.
♀—Венера. ♃—Юпитеръ.
♄—Сатурнъ.

до него и не мечтали. Затѣмъ Кеплеръ и Ньютонъ открыли вѣч-
ные законы тяготѣнія, а изобрѣтеніе телескопа позволило намъ про-
никнуть въ самыя бездонныя глубины небеснаго океана и найти въ
немъ вездѣ такія же свѣтила, какъ наше солнце. Перескакивая черезъ
мелкія неважныя детали, какъ сдѣлалъ нѣкогда Птолемей, понявшій

шаровидность земли, не зная даже ея западнаго полушарія, наука указала намъ вокругъ каждой изъ этихъ звѣздъ необходимость существованія и спутниковъ-планетъ, подобныхъ нашей землѣ, а спектральный анализъ обнаружилъ, что во всей безконечности вселенной эти звѣзды-солнца и кружащіяся около нихъ планеты-земли вырабатываютъ на своихъ поверхностяхъ, въ соответственныхъ стадіяхъ своего развитія, тѣ же самыя вещества.

Теперь намъ предстоитъ сдѣлать только новый скачокъ въ безконечность и вѣчность и установить, какъ неизбѣжный результатъ единства химическаго состава свѣтилъ, единство органической эволюціи на всѣхъ свѣтилахъ.

Въ этой области и до сихъ поръ еще царить произволъ ничѣмъ не обузданной и не направленной фантазіи, и умъ нашихъ современниковъ на землѣ все еще рисуетъ на далекихъ отъ насъ мірахъ тѣ же уродливыя формы проявленія органической жизни, какими древніе наполняли когда-то всѣ невѣдомыя для нихъ области земного шара. Но подобно тому, какъ истинная наука уже показала намъ, что на самыхъ отдаленныхъ земныхъ континентахъ, населявшихся въ древности деревьями съ человѣческими руками и людьми со звѣриными туловищами, обитаютъ, на самомъ дѣлѣ, животныя и растенія тѣхъ же самыхъ типовъ, какъ и наши,—такъ, безъ сомнѣнія, она покажетъ намъ въ будущемъ, что и на другихъ свѣтилахъ возникаютъ вездѣ живые организмы лишь немногихъ типовъ, какъ результатъ однихъ и тѣхъ же законовъ, управляющихъ эволюціей существъ во всей безконечности вселенной. Теперь мы еще не можемъ знать деталей этихъ будущихъ представленій человѣчества. Но, перескакивая черезъ нихъ, мы уже знаемъ ихъ окончательный результатъ. Мы знаемъ, что хотя вселенная и безконечна въ пространствѣ и вѣчна во времени, но всѣ ея измѣненія совершаются по конечному числу опредѣленныхъ законовъ, и эти законы вполнѣ постижимы для человѣческаго ума. Мы никогда не увидимъ всей безконечности міровъ, но мы въ состояніи постигнуть и узнать въ общихъ, основныхъ чертахъ всю эту безконечность, хотя мелкихъ подробностей мы никогда не перечислимъ даже и въ предѣлахъ нашего собственнаго тѣла, гдѣ разсматриваніе подъ микроскопомъ открываетъ миллионы новыхъ и новыхъ органическихъ клѣточекъ. Нашъ умъ и не ищетъ деталей, а ищетъ общаго, и это общее ему доступно даже и въ безчисленности индивидуальныхъ повтореній.

Подобно путнику, сидящему на берегу моря и наблюдающему катящіяся къ нему одна за другою волны, мы сидимъ на поверхности нашей планеты и смотримъ въ окружающую насъ безконечность. Какъ тотъ путникъ ясно видитъ только ближайшія къ нему волны и по нимъ заключаетъ, что и по всей безбрежности земного океана, даже и за предѣлами видимаго имъ горизонта, катятся совершенно такія же волны, образующіяся по тѣмъ же самымъ вѣчнымъ законамъ, такъ и мы со своего космическаго берега—земной поверх-

ности — видимъ вдаль только ближайшія къ намъ звѣздныя рои (рис. 241), и по нимъ заключаемъ, что и за предѣлами видимой нами



Рис. 241. Мелкія звѣзды въ созвѣздіи Стрѣльца, а за ними утравшаяся небесная туманность ($17^h 55^m 43^s$ и $-23^{\circ}2'$)¹⁾. Снимокъ въ Ликсской обсерваторіи 6 іюля 1899 г. Экспоз. 3 ч. (увелич. 4,1).

части мірозданія, находятся такія же скопленія, такіе же звѣздные архипелаги, то возникающіе, какъ волны на морѣ изъ мірового эира,

¹⁾ Здѣсь, какъ и въ остальныхъ рисункахъ, *h*, *m* и *s* обозначаютъ часы, минуты и секунды прямого восхожденія свѣтилъ, замѣняющія на звѣздныхъ картахъ ихъ долготы; *a* + и — обозначаютъ въ градусахъ ихъ сѣверную и южную широты.

то снова растворяющіеся въ немъ, какъ кучевыя облака, расплывающіяся въ нашей голубой атмосферѣ въ теплый лѣтній день.

Древній человѣкъ сказалъ бы, что здѣсь наша наука уже переходитъ въ религію, потому что даетъ отвѣты на тѣ же самые вѣчные вопросы человѣческаго ума, которые когда-то давала Библия и другія религіозныя книги. Однако, наша „религія естествознанія“ носитъ уже всѣ признаки истинной и вѣчной. Дѣйствительно, чего всегда требовалъ человѣкъ въ подтвержденіе новой истины? „Дай намъ знаменій и чудесъ, чтобы мы повѣрили тебѣ“, говорили ученики Христу. — И человѣческій умъ былъ совершенно правъ въ этомъ своемъ требованіи, и мыслители всегда считались съ нимъ. Пока знаніе было вымышленное, оно давало въ свое подтвержденіе вымысленія же и чудеса; когда оно стало реально, стали реальными и чудеса, подтверждающія его. Вѣдь развѣ каждое новое изобрѣтеніе въ нашей Technikѣ не есть чудо? Развѣ съ каждымъ новымъ шагомъ впередъ наша наука не даетъ намъ новаго могущества надъ выясняющимися для насъ силами природы, развѣ она не облегчаетъ съ каждымъ поколѣніемъ нашу жизнь? Все въ этой свободной наукѣ показываетъ намъ, что мы достигаемъ черезъ нее постепеннаго приближенія къ окончательному абсолютному знанію истины, которая „творитъ чудеса“ теперь и сдѣлаетъ нашихъ потомковъ въ будущемъ всемогущими.

2. Свѣтъ и пространство.

Все безконечное пространство вселенной представляется намъ наполненнымъ чрезвычайно тонкой раздвижимой средой, которую еще Ньютонъ назвалъ „скользящимъ“ міровымъ эфиромъ. Онъ далъ ему характерный эпитетъ „скользякій“ потому, что раздвигаясь, какъ жидкость или газъ передъ каждой плывущей въ немъ молекулой обычныхъ для насъ веществъ, онъ скользитъ по ея поверхности и замыкается сзади, не оказывая, такимъ образомъ, никакого сопротивленія ея движенью. Напоръ среды на заднюю часть молекулы въ этомъ случаѣ, какъ показываетъ математическій анализъ для абсолютно-скользящей и абсолютно-упругой среды, всегда такой же, какъ и на переднюю часть, благодаря тому, что всякое давленіе въ абсолютныхъ жидкостяхъ, произведенное въ какомъ-либо направленіи передается равномерно во всѣ стороны. А такъ какъ всѣ физическія тѣла являются агрегатами молекулъ, то и они не могутъ въ подобной средѣ претерпѣвать замѣтнаго сопротивленія своему движенью.

До послѣдняго времени, кромѣ того, думали, что всякіе лучи, какъ инфра-красные, такъ и ультра-фіолетовые, идутъ въ этой средѣ совершенно съ одинаковыми скоростями. Опыты въ этомъ направленіи дѣлались уже давно. Еще въ XVII вѣкѣ, вскорѣ послѣ того, какъ Ремеръ указалъ, что солнечные лучи распространяются не мгновенно, великій Ньютонъ просилъ своего друга, астронома

Флемстида (10-го августа 1691 г.), посмотрѣть, не измѣняется ли цвѣтъ спутниковъ Юпитера во время ихъ затмений, совершающихся очень часто? Смыслъ его вопроса теперь совершенно понятенъ. Ближайшее разстояніе, на какое приближается Юпитеръ со всѣми своими спутниками къ нашей землѣ, всегда бываетъ болѣе 627 милліоновъ километровъ (или приблизительно верстъ), а слѣдовательно, если фіолетовые лучи, заключающіеся въ ихъ свѣтѣ вмѣстѣ со всѣми остальными, доходятъ до насъ послѣдними, то въ моментъ полного затменія спутника мы увидѣли бы его фіолетовымъ и, наоборотъ, въ моментъ выхода спутника изъ юпитеровой тѣни мы увидѣли бы его краснымъ, такъ какъ красные лучи принесли бы намъ первыми вѣсть объ этомъ событіи.

Отвѣтъ Флемстида Ньютону, конечно, получился отрицательный, такъ какъ, если бы спутники Юпитера потемнѣли при своихъ затменияхъ даже мгновенно, а не постепенно, то и тогда фіолетовые лучи ихъ послѣдняго блеска дошли бы до насъ только на три сотыхъ доли секунды позднѣе красныхъ (даже и въ томъ случаѣ, если бы относительное замедленіе фіолетовыхъ лучей было въ междупланетномъ пространствѣ такое же самое, какъ и въ нашей атмосферѣ). Нашъ глазъ не успѣлъ бы отмѣтить при этихъ условіяхъ послѣдняго цвѣта юпитеровыхъ спутниковъ.

Потомъ, въ половинѣ минувшаго вѣка, Араго первый указалъ, что по такому же измѣненію оттѣнковъ цвѣта, какое оказалось невозможнымъ установить на разсматриваніи юпитеровыхъ спутниковъ, можно было бы добыть положительные результаты, наблюдая затменія звѣздъ, совершающіяся то здѣсь, то тамъ въ небѣ, благодаря обращающимся вокругъ нихъ темнымъ спутникамъ большей величины или благодаря тому, что сами эти свѣтила обращаются вокругъ невидимыхъ нами темныхъ скопленій вещества, и потому черезъ извѣстныя промежутки времени отчасти уходятъ за нихъ, и потому становятся плохо видимыми.

Дѣйствительно, еще въ то время было извѣстно, что, напримеръ, звѣзда Альголь въ созвѣздіи Персея, которую въ нашихъ сѣверныхъ странахъ каждый можетъ наблюдать въ осенніе и зимніе вечера, сохраняетъ свой блескъ постояннымъ только два дня и два часа, а затѣмъ начинаетъ быстро темнѣть, пока отъ звѣзды второй величины не сдѣлается почти четвертой величины. Потемнѣніе продолжается около $4\frac{1}{2}$ часовъ, когда звѣзда достигаетъ минимума своего блеска, а затѣмъ ея свѣтъ снова начинаетъ усиливаться въ продолженіи $4\frac{1}{2}$ часовъ. Такое явленіе можетъ быть объяснено только періодическимъ прохожденіемъ между нами и этой звѣздой темнаго большаго спутника, обращающагося около Альголя въ 2 дня 11 часовъ и не вполне заслоняющаго его отъ насъ. Это, такъ сказать, частное затменіе Альголя. Подобныхъ звѣздъ было съ тѣхъ поръ найдено немало, и всѣ онѣ называются переменными съ короткимъ періодомъ.

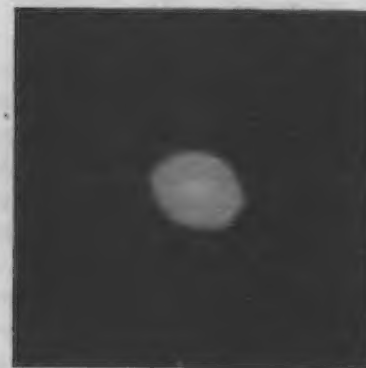
Очевидно, что какимъ бы причинамъ мы ни приписали это явление, все равно: если бы фіолетовые лучи, входящіе въ составъ сложнаго бѣлаго цвѣта звѣздъ, неслись къ намъ медленнѣе красныхъ, то они отстали бы отъ нихъ довольно сильно на тѣхъ огромныхъ разстояніяхъ, на какихъ находятся отъ насъ звѣзды, а слѣдовательно, наблюдая звѣзду во время ея потемнѣнія и во время восстановленія блеска, мы замѣтили бы въ каждомъ случаѣ совершенно опредѣленные перемѣны въ ея цвѣтѣ. Скажу болѣе: если бы два наблюдателя разсматривали въ то время звѣзду, одинъ чрезъ красное стекло, пропускающее лишь красные лучи спектра, а другой чрезъ фіолетовое, то первый получилъ бы вѣсть о максимумѣ потемнѣнія ранѣе, чѣмъ второй, до котораго лучи шли медленнѣе. По величинѣ этого промежутка мы легко опредѣлили бы на какомъ-либо отдѣльномъ случаѣ относительную разницу въ скоростяхъ тѣхъ и другихъ лучей, если разстояніе отъ насъ до данной звѣзды извѣстно изъ обычныхъ параллактическихъ опредѣленій, а затѣмъ уже самая эта степень опозданія однихъ лучей сравнительно съ другими сдѣлалась бы для насъ самостоятельнымъ средствомъ опредѣлять разстоянія отъ насъ до звѣздъ, и притомъ средствомъ, дающимъ тѣмъ лучшіе результаты, чѣмъ дальше данная звѣзда. Замѣтивъ, напримѣръ, что ея фіолетовый свѣтъ запаздываетъ вдвое болѣе, чѣмъ у Альголя, отъ котораго онъ идетъ къ намъ около 33 лѣтъ, мы сказали бы, что эта звѣзда отстоитъ отъ насъ вдвое далѣе. Вы сами видите, какія богатія перспективы открылъ бы такой методъ для будущей астрономіи. Однако, до послѣдняго времени подобныя идеи, какъ онѣ ни кажутся естественными, не были разработаны и примѣнены на практикѣ, благодаря предвзятому мнѣнію, что всѣ лучи свѣта въ міровомъ пространствѣ обязательно должны итти съ абсолютно одинаковой скоростью. А разъ ограничился лишь тѣмъ, что предложилъ наблюдать прямо (безъ цвѣтныхъ стеколъ), не измѣняется ли цвѣтъ Альголя и другихъ сходныхъ съ нимъ перемѣнныхъ звѣздъ. Когда замѣтныхъ, рѣзкихъ измѣненій не было обнаружено, вопросъ былъ признанъ рѣшеннымъ въ отрицательномъ смыслѣ и вошелъ въ такомъ видѣ въ общіе курсы физики.

Только въ послѣднія десятилѣтія, посредствомъ усовершенствованныхъ методовъ наблюденія, удалось замѣтить кое-что. Такъ, Шмидтъ въ 1880 году указалъ на маленькія измѣненія въ цвѣтѣ восьми перемѣнныхъ звѣздъ. Затѣмъ Остгофъ прибавилъ къ нимъ нѣсколько другихъ и отмѣтилъ, между прочимъ, что и Альголь отъ своего обыкновенно бѣло-желтаго цвѣта переходитъ въ чисто-желтый во время минимума его блеска. Потомъ, когда былъ примѣненъ способъ фотографированія, совершающагося, какъ извѣстно, посредствомъ самыхъ медленныхъ изъ всѣхъ, ультра-фіолетовыхъ лучей, было отмѣчено, что начало потемнѣнія почти у всѣхъ такихъ звѣздъ замѣчается простымъ глазомъ ранѣе, чѣмъ фотографической пластинкой, а окончаніе—позднѣе, т. е. ультра-фіолетовые лучи приходятъ къ

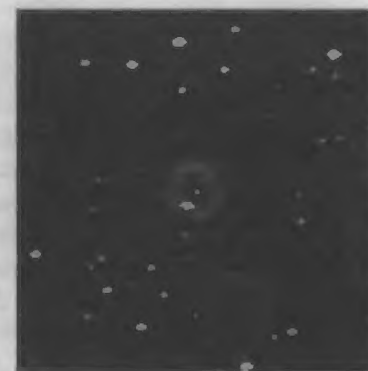
намъ какъ бы послѣдними во время потемнѣнія звѣзды и первыми при восстановленіи ея блеска. Всѣ эти новые факты указали только большую сложность совершающагося явленія, но не пролили новаго свѣта на вопросъ о неравномѣрности распространенія различныхъ по цвѣту лучей въ міровомъ пространствѣ.

Только въ послѣдніе два года эта міровая проблема была подвергнута Г. А. Тиховымъ въ Пулковѣ и нѣкоторыми изъ ино-

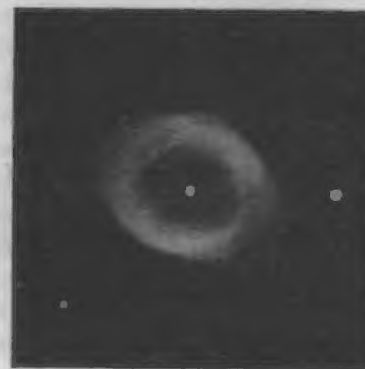
Рис. 242. Планетарныя и кольцевидныя туманности.



а. Планетарная туманность ($20^h 58^m 11^s$ и $-11^\circ 48'$) въ Водолеѣ, съ окружающимъ ее туманнымъ кольцомъ, видимымъ сбоку. Снимокъ въ Ликкской обсерваторіи 30 іюля 1899 г. Эксп. 2 м. (увел. 17).



б. Кольцевидная туманность ($20^h 12^m 22^s$ и $+30^\circ 15'5''$) въ Лебедѣ. Снимокъ въ Ликкской обсерв. 9 авг. 1899 г. Эксп. 1 ч. (увел. 7,2).



в. Кольцевидная туманность ($18^h 49^m 53^s$ и $+32^\circ 54'0''$) въ созвѣздіи Лиры. Снимокъ въ Ликкской обс. 14 іюля 1899 г. Эксп. 10 м. (увел. 13).



г. Планетарная туманность ($10^h 19^m 29^s$ и $-18^\circ 5'$) въ Гидрѣ. Снимокъ въ Ликкской обс. 9 апр. 1901 г. Экспоз. 1 м. (увел. 20).

странныхъ ученыхъ систематической разработкѣ заново, и въ теоріи и на практикѣ. Окрашивая покрытыя желатиной стекла специально подысканными анилиновыми красками и ихъ комбинаціями, Тиховъ получилъ цѣлый рядъ пластинокъ, пропускающихъ

изъ всего солнечнаго спектра только опредѣленные по цвѣту лучи и перехватывающіе всѣ остальные. Каждый такой свѣтофильтръ представляетъ пару стеколъ, формата обыкновенной книжной страницы, наложенныхъ другъ на друга своими окрашенными поверхностями и склеенныхъ въ одно цѣлое канадскимъ бальзамомъ, такъ что краска вся обращена внутрь и не можетъ стереться. При взглядѣ черезъ нихъ на окружающій ландшафтъ, вы видите его красиво окрашеннымъ то въ тотъ, то въ другой изъ самыхъ чистыхъ цвѣтовъ радуги. Примѣнивъ къ дѣлу нѣкоторые изъ своихъ свѣтофильтровъ еще весной 1906 г. и затѣмъ зимой и весной 1907 г., главное время, когда въ туманномъ Пулковѣ можно дѣлать систематическія наблюденія, Г. А. Тиховъ получилъ для двухъ изслѣдованныхъ имъ переменныхъ звѣздъ замѣчательные результаты, вполне доказывающіе небольшую неравномѣрность въ скорости различныхъ лучей, хотя самъ авторъ и оставляетъ этотъ фактъ для подтвержденія дальнѣйшимъ изслѣдователямъ. Первой изъ этихъ звѣздъ является маленькая, невидимая простымъ глазомъ, переменная, называемая RT въ созвѣздіи Персея, открытая г-жей Церасской и ослабѣвающая въ блескѣ на 3 ч. 36 м. въ продолженіе каждаго 20 час. 23 мин. 10,0 сек. времени. Она особенно удобна, такъ какъ ея затменія можно наблюдать въ благопріятномъ случаѣ нѣсколько ночей подъ рядъ, и потому Тиховъ послѣдовательно фотографировалъ всѣ ея фазы то въ желтыхъ, то въ фіолетовыхъ лучахъ съ длиной волны между 430 и 560 микромикроновъ. Во всей серіи его наблюденій отъ 5-го марта 1906 г. до 16 апрѣля 1907 г. систематически оказывалось, что первые лучи, какъ обладающіе болѣе короткими волнами, приносили къ нему извѣстіе о той же фазѣ затменія сравнительно позднѣе на 3 или 4 минуты. Особенно ясно это становилось около минимума блеска RT Персея, а въ началѣ и концѣ явленіе осложнялось тѣмъ, что продолжительность затменія казалась значительно болѣе, когда онъ наблюдалъ его посредствомъ болѣе длинныхъ свѣтовыхъ волнъ. Вторая звѣзда, періодическія потемнѣнія которой изслѣдовалъ Г. А. Тиховъ сквозь оранжевыя и ультра-фіолетовыя пластинки, была маленькая, тоже телескопическая звѣздочка W во всѣмъ извѣстномъ созвѣздіи Большой Медвѣдицы. Ея потемнѣнія происходятъ разъ въ продолженіе каждаго 4 часовъ 13,21 сек. времени. Здѣсь ультра-фіолетовые лучи сообщали Г. А. Тихову о наибольшей фазѣ затменія черезъ 10 минутъ послѣ оранжевыхъ. Такое значительное опозданіе показываетъ, что эта звѣздочка отстоитъ отъ насъ раза въ два-три далѣе, чѣмъ предыдущая.

Прежде всего поднимается вопросъ: должно ли приписать такую неравномѣрность въ распространеніи различныхъ свѣтовыхъ волнъ самому свѣтоносному эфиру или разсѣянными въ немъ скопленіями разрѣженныхъ до крайней степени газовъ? Въ первомъ случаѣ, свѣтоносную среду пришлось бы считать совершенно аналогичной нашимъ

обычнымъ веществамъ. Во второмъ случаѣ, пришлось бы считать ее не однородной, а въ такомъ случаѣ, и самое опредѣленіе разстояній отъ насъ переменныхъ звѣздъ посредствомъ одного такого метода пришлось бы считать ненадежнымъ, такъ какъ небесное пространство по различнымъ направленіямъ и на различныхъ разстояніяхъ можетъ содержать неодинаковое количество примѣсей.



Рис. 243. Туманность близъ Дзеты (ε) Оріона ($5^h36^m46^s$ и $-1^{\circ}53'3''$). Снимокъ въ Ликинской обс. 28 янв 1902 г. Экспоз. 3 ч. (увел. 2,4).

Рѣшеніе этого вопроса имѣетъ огромное значеніе для установленія нашихъ научно-философскихъ взглядовъ на вселенную. Съ философской точки зрѣнія, пространство должно быть по самой своей природѣ безграничнымъ, конца ему невозможно даже и представить. Оно должно быть повсюду наполнено какой-то упругой средой, по которой проносятся по всѣмъ направленіямъ волны лу-

чистой энергии, и из этой среды, какъ снѣжные хлопья въ перистыхъ облакахъ нашей атмосферы, должны возникать и снова таять рои видимыхъ и невидимыхъ нами свѣтилъ. Если бѣ такая среда не наполняла пространства во всей его безбрежности, то она давно разсѣялась бы по нему въ безчисленные вѣка своего существованія и достигла бы бесконечно малой плотности и упругости, чего мы не видимъ. Точно такъ же возникновенія и угасанія міровъ должны въ такой средѣ происходить то здѣсь, то тамъ по всей ея безграничности и вѣчности. Дѣйствительно, если бѣ раньше образованія того звѣзднаго роя, въ которомъ кружится теперь Земля, вся вселенная была въ покоѣ, то въ ней не могло бы возникнуть импульсовъ и къ зарожденію нашего звѣзднаго міра. Если бѣ все пространство вселенной, наполненное одинаковымъ упругимъ веществомъ, не производило нигдѣ никакихъ свѣтилъ, то немыслимо было бы допустить, что ихъ вдругъ стала производить и та его часть, въ которой находится наше звѣздное небо. Одинаково нельзя логически заключать, что вселенная, жившая въ безчисленности своихъ міровъ бесконечное число лѣтъ, должна теперь постепенно угасать вмѣстѣ съ угасаніемъ нашего звѣзднаго роя. Это было бы первостепеннымъ абсурдомъ по тѣмъ же самымъ причинамъ.

Значитъ, остается одинъ выводъ: вселенная вѣчно живетъ въ бесконечности свѣтилъ. Это—основное требованіе, къ которому мы должны приспособлять всѣ наши научные выводы. Всякій выводъ, не удовлетворяющій этому основному требованію, долженъ быть отброшенъ нами, какъ бы наученъ онъ ни казался съ перваго взгляда. Такова, напримѣръ, попытка знаменитаго англійскаго физика, покойнаго лорда Кельвина, доказать неизбежность прекращенія въ грядущемъ всякихъ измѣненій въ природѣ, на основаніи ученія о разсѣяній энергии въ пространствѣ или, какъ принято выражаться, энтропії. Мы а priori можемъ сказать, что въ этомъ выводѣ должна заключаться принципиальная односторонность. Въ немъ долженъ быть упущенъ изъ виду какой-нибудь факторъ, такой же могучій, какъ и энтропія, но противодѣйствующій разсѣянію энергии. Очень можетъ быть, что этимъ факторомъ окажется сознательная органическая жизнь, господствующая на всѣхъ свѣтилахъ вселенной, и что въ составъ его невѣдомо для насъ входитъ и наша собственная жизненная дѣятельность. Но какъ бы вы ни отнеслись къ идеѣ о вѣчной борьбѣ жизненной энергии или „энтропії“ съ энтропией во вселенной, это все равно. Разъ вселенная повсюду бесконечно жила въ своихъ то возникающихъ, то угасающихъ мірахъ, она не можетъ и перестать въ нихъ жить. Чему нѣтъ начала, тому не можетъ быть и конца.

Въ заключеніе намъ остается только рѣшить одинъ первостепенный вопросъ: можемъ ли мы быть увѣрены, что всенаполняющій міровой эфиръ, первоисточникъ всего существующаго, тоже ственъ со свѣтоноснымъ эфиромъ? Конечно, не можемъ.

Еще въ 1774 году Шезо сдѣлалъ выводъ, что, при сравнитель-



Рис. 244. Фотографія небольшой части Галактической области неба, около звѣзды Кси (ξ) Лебеда, съ туманностью Америка и темными дымовидными космическими облаками около этого свѣтлаго облака, похожаго на Сѣв. Америку.

ной ничтожности непрозрачных для нашего глаза междузвѣздныхъ скопленій и при допущеніи абсолютной прозрачности и всенаполняемости свѣтоносной среды, у насъ на небѣ не было бы почти ни одной точки, изъ которой къ намъ не посылала бы безпрепятственно свой свѣтъ цѣлая безчисленность звѣздъ, лежащихъ отъ насъ на всевозможныхъ разстояніяхъ. Если бы дискъ каждой отдѣльной звѣзды и былъ такъ малъ, что мы его не видѣли бы въ отдѣльности, то все же цѣлые милліарды такихъ свѣтящихся кружковъ, глядящихъ на насъ изъ каждой едва замѣтной точки неба, сдѣлали бы ее такой же свѣтлой, какъ и дискъ нашего солнца, и потому весь звѣздный сводъ днемъ и ночью казался бы намъ ослѣпительно яркимъ. Но разъ этого нѣтъ, міровая среда не можетъ быть сразу и безконечной и абсолютно прозрачной для свѣта и всѣхъ другихъ родовъ лучистой энергии,—все равно, зависитъ ли это отъ нея самой или отъ присутствующихъ въ ней непрозрачныхъ для свѣта тѣлъ. Къ подобнымъ тѣламъ принадлежатъ, напримѣръ, такъ называемые угольные мѣшки или огромныя темныя скопленія вещества неправильной или овальной формы, мѣстами закрывающія отъ насъ свѣтлый фонъ Млечнаго пути. Къ нимъ же принадлежатъ и полупрозрачныя облака газовъ, свѣтящихся для нашего глаза и обуславливающихъ, повидимому, относительныя потемнѣнія отдѣльныхъ частей нашего Млечнаго пути или другихъ звѣздныхъ скопленій (рис. 223 и 224). А неполная прозрачность среды всегда сопровождается и не вполне равномерной скоростью распространенія въ ней свѣтовыхъ лучей различной окраски, хотя между тѣмъ и другимъ явленіемъ и не найдено закономерной зависимости.

И вотъ, въ новѣйшихъ изслѣдованіяхъ мы видимъ какъ бы подтвержденіе того мнѣнія, что разстояніе, на которое можетъ проникнуть наше зрѣніе при самыхъ величайшихъ усовершенствованіяхъ телескоповъ, ограничено, все равно, зависитъ ли это отъ неполной прозрачности свѣтоносной среды или отъ того, что она представляетъ лишь атмосферу одного изъ безчисленныхъ звѣздныхъ архипелаговъ во вселенной, древней Галактей или нашего Млечнаго пути, далѣе границъ котораго, какъ думаютъ нѣкоторые, мы ничего никогда не увидимъ.

3. Общая картина нашего звѣзднаго неба.

Когда въ темную безлунную осеннюю или зимнюю ночь вы выйдете подъ открытое безоблачное небо, вы увидите надъ собою тысячи мерцающихъ звѣздъ, среди которыхъ замѣтите лишь нѣсколько особенно крупныхъ, такъ называемыхъ звѣздъ первой величины, а всего болѣе едва замѣтныхъ для вашего глаза.

Распространеніе ихъ покажется вамъ совершенно безпорядочнымъ. Вы увидите области болѣе богатые и менѣе богатые, но не замѣтите въ ихъ распредѣленіи никакой системы. И вамъ покажется

что та янтарно-бѣлесоватая полоса, раздѣляющаяся къ экватору неба на двѣ вѣтви, которую древніе называли Галактеей или Млечнымъ путемъ, не имѣетъ никакого соотношенія съ распредѣленіемъ отдѣльныхъ звѣздъ. Какъ будто она гдѣ-то издали окружаетъ ихъ кольцомъ, вторая половина котораго скрывается подъ вашимъ горизонтомъ, по другую сторону земного шара. Но совѣтъ не то, если, отрѣшившись отъ этихъ ближайшихъ къ намъ звѣздъ, вы будете подводить счетъ телескопическимъ, не замѣтнымъ для нашего глаза благодаря ихъ отдаленности. Вы увидите тогда, что ихъ число все болѣе и болѣе увеличивается по мѣрѣ того, какъ вы приближаетесь къ Галактической области (рис. 245).

Самый интересный и обстоятельный подсчетъ былъ сдѣланъ въ этомъ отношеніи В. Стратоновымъ въ послѣдніе годы XIX вѣка,

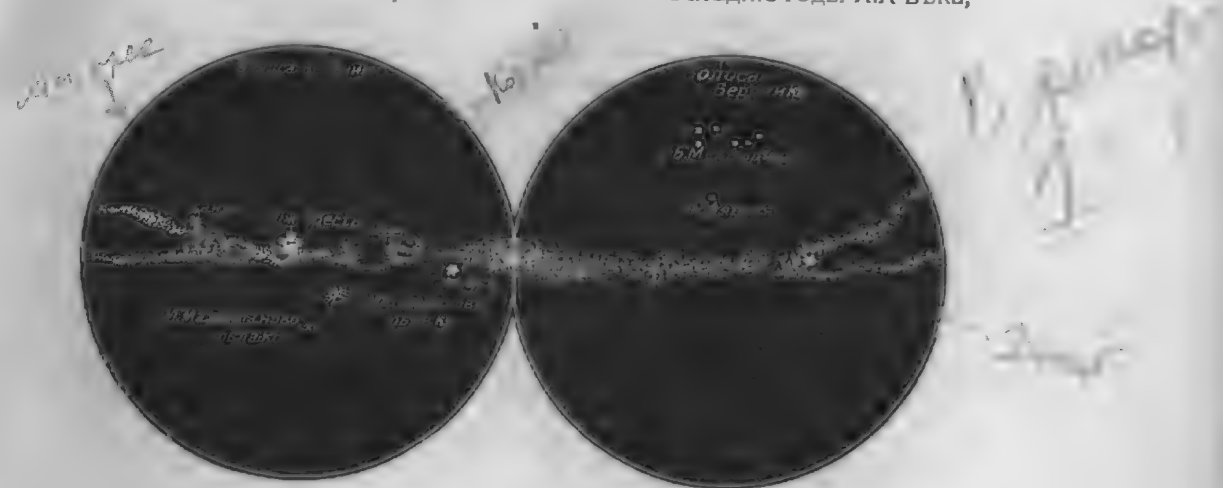


Рис. 245. Млечный путь и Магеллановы облака (оригинальный рисунокъ)

когда онъ завѣдывалъ Ташкентской обсерваторіей. Вотъ, двѣ изъ составленныхъ имъ картъ (см. приложенія стр. 619). Одна представляетъ такъ называемую „плотность распредѣленія“ телескопическихъ звѣздъ, отъ 9,1 до 9,5 класса видимости боннского каталога на сѣверной гемисферѣ неба, а вторая — то же самое на южной гемисферѣ по капскому фотографическому каталогу. Для того, чтобы понять смыслъ этихъ картъ, необходимо, прежде всего, помнить, что значить въ астрономіи „величина звѣздъ“. Это вовсе не абсолютная, а только перспективная условная величина. Дѣло въ томъ, что 20 самыхъ яркихъ звѣздъ на всемъ видимомъ нами небѣ названы условно звѣздами первой величины. Онѣ характеризуются тѣмъ, что ихъ можно разсмотрѣть (зная приблизительно ихъ мѣсто на небѣ), тотчасъ послѣ заката солнца, при полномъ блескѣ вечерней зари. Вслѣдъ за ними идутъ 60 звѣздъ, появляющихся для нашего глаза въ концѣ сумерекъ. Онѣ получили названіе звѣздъ

второй величины. Наконец, 180 звѣздъ, видимыхъ простымъ глазомъ только при наступленіи полной ночи ¹⁾ названы звѣздами третьей величины и характеризуются тѣмъ, что различимы даже и при блескѣ луны. Кромѣ нихъ, въ безлунную ночь можно увидѣть простымъ глазомъ на небѣ еще 530 звѣздъ четвертой величины, 1.600—пятой и, при особенно хорошемъ зрѣніи, до 4.800 самыхъ мелкихъ звѣздъ, относимыхъ къ шестой величинѣ. Кромѣ нихъ, для нашего изученія доступна еще цѣлая безпредѣльность телескопическихъ звѣздъ, т.-е. звѣздъ 7-й, 8-й, 9-й... 20-й и т. д. величины, изъ которыхъ каждый слѣдующій отдѣлъ по численности приблизительно втрое больше предыдущаго, а по яркости, въ среднемъ, въ $2\frac{1}{2}$ раза слабѣе.

Чтобы различать и въ этихъ отдѣлахъ большія и меньшія звѣзды, употребляютъ часто дробные прилагательныя къ вышеприведеннымъ числамъ, какъ это и сдѣлано на приложенной картѣ, гдѣ показаны звѣзды отъ 9,1 до 9,5 величины, т.-е. приблизительно вся первая, болѣе яркая половина звѣздъ, относимыхъ къ девятой величинѣ. Мы видимъ совершенно ясно при первомъ же взглядѣ на эти карты, что звѣзды указанной въ нихъ яркости (какъ и всѣ звѣзды еще болѣе мелкія) видимы въ неравныхъ количествахъ въ различныхъ областяхъ кажущагося небеснаго свода. На картахъ Стратонова показаны, конечно, не сами эти количества, а для ясности и легкости сравненія его различныхъ картъ даны такъ называемыя ихъ перспективныя плотности, или, лучше сказать, перспективныя частоты распредѣленія на небѣ, т.-е. сколько звѣздъ видно въ данномъ мѣстѣ кажущагося небеснаго свода на такомъ его маленькомъ участкѣ, на которомъ при равномерномъ распредѣленіи должно было бы оказаться только 10 звѣздъ поименованной величины.

Положеніе середины Галактической области, или такъ называемый галактическій экваторъ обнаруживается на обѣихъ картахъ болѣе толстой, дуговидной линіей, идущей отъ VII къ XIX часу прямого восхожденія звѣздъ, какъ это и написано на ободкахъ.

Зона Галактической области Северный полюсъ Галактической области находится *ниже видим* на правой картѣ. Необходимо всегда помнить, что его никакъ нельзя смѣшивать съ истиннымъ полюсомъ вращенія Млечнаго пути: оба они только параллельны другъ другу, такъ какъ истинный полюсъ Млечнаго пути не показываетъ ни на одну изъ видимыхъ нами звѣздъ. Этотъ нашъ мѣстный, кажущійся полюсъ Галактической области ($12^{\circ}50'$ и $+27^{\circ}$) лежитъ на картѣ въ срединѣ небольшого эллиптического *кружка*, въ которомъ перспективная частота звѣздъ вышеуказанной величины приблизительно выражается числомъ 5 (вдвое менѣе средняго 10), какъ это обозначено цифрами.

¹⁾ Понятно, что рѣзкихъ границъ между звѣздами различныхъ величинъ нѣтъ, и потому нѣкоторые считаютъ только 19 звѣздъ принадлежащими къ первой величинѣ и 59 ко второй, относя къ третьей 182. Проще считать ихъ круглыми числами, каждое втрое болѣе предыдущаго.

Противоположный ему, южный псевдо-галактическій полюсъ ($0^{\circ}50'$ и -27°), обозначенъ тоже эллиптическимъ *кружкомъ* на лѣвой картѣ. Мы видимъ, что около него перспективная частота такихъ же звѣздъ слишкомъ вдвое менѣе предыдущаго. Она выражается, въ среднемъ, числомъ 2 (вмѣсто 5, у сѣвернаго псевдо-галактическаго полюса). Это значитъ, что наша солнечная система несется въ міровомъ пространствѣ не въ срединѣ своего звѣзднаго роя, состоящаго изъ сотенъ тысячъ такихъ же солнечныхъ системъ, а ближе къ его южной границѣ, вслѣдствіе чего мы и наблюдаемъ тамъ перспективно меньше мелкихъ звѣздъ, чѣмъ на противоположномъ направленіи. Можно даже сказать, что наше разстояніе до второй границы не менѣе, какъ въ два раза ближе, чѣмъ до первой, считая, что звѣзды распредѣлены во всемъ этомъ роѣ равномерно, или одинаково разрѣжаются къ обѣимъ указаннымъ границамъ, и что количество большихъ и малыхъ звѣздъ и ихъ средней блескъ распредѣлены (какъ, на примѣръ, и ростъ людей и всѣ индивидуальныя варіаціи въ природѣ) по закону случайныхъ отклоненій отъ средней нормы.

Еще болѣе интересныя особенности открываемъ мы, когда начинаемъ приближаться къ экваторіальной части Галактической области. Тамъ, перспективная частота распредѣленія вышеуказанныхъ звѣздъ всегда превышаетъ болѣе, чѣмъ въ шесть, а иногда и въ пятнадцать разъ, ихъ частоту у южнаго полюса въ нашемъ звѣздномъ облакѣ. Это значитъ, что оно не сферическое, а сильно вытянутое въ *длину* *широкѣ*, не очень толстая *полоса* звѣздъ.

Легко можно опредѣлить даже и направленія, въ которыхъ она тянется въ міровомъ пространствѣ. Одно изъ этихъ направленій показано на Стратоновой картѣ сѣвернаго неба, той овально-неправильной, сильно заштрихованной областью, центръ которой ($20^{\circ}30'$ и $+37^{\circ}$) находится какъ разъ за созвѣздіемъ Лебедя. Здѣсь перспективная плотность разсматриваемыхъ нами звѣздъ 6,1-й—6,5-й величины доходитъ до 24 (вмѣсто 2 близъ южной Галактической границы), и эта плотность, очевидно, была бы еще во много разъ болѣе, если бы на нѣкоторомъ разстояніи отъ насъ самыя крупныя въ дѣйствительности звѣзды не казались бы намъ, наконецъ, менѣе 9-ой величины и не ускользали бы, такимъ образомъ, изъ нашего счета. Значитъ, границы нашей *многозвѣздной* *полосы* мы не можемъ даже и опредѣлить въ данномъ направленіи. Мы можемъ лишь отмѣтить въ ней одно важное обстоятельство, указанное и Стратоновымъ. Какъ разъ въ этомъ, наиболѣе богатомъ телескопическими звѣздами, мѣстѣ нашего сѣвернаго полушарія начинается извѣстное расчлененіе Млечнаго пути на двѣ вѣтви, а между тѣмъ, перспективная частота распредѣленія ни этихъ, ни самыхъ мелкихъ звѣздъ не даетъ намъ на это обстоятельство ни малѣйшихъ намековъ. Значитъ, по крайней мѣрѣ, главная полоса Млечнаго пути находится внѣ соединенія съ вереницами видимыхъ нами въ телескопы звѣздъ, окружая ихъ какъ

бы вѣнкомъ очень отдаленныхъ свѣтилъ, не различимыхъ въ самые сильнѣйшіе изъ нашихъ астрономическихъ инструментовъ. Всѣ видимыя нами звѣзды составляютъ часть какой-то внутренней системы, идущей вдаль за созвѣдіе Лебеда, почти параллельно Млечному пути, и потому перспективно налегая на него.

Точно такъ же замѣчаемъ мы удлиненіе этого поясовиднаго звѣзднаго роя и въ противоположномъ направленіи, на южномъ полушаріи неба, хотя и не въ антиподахъ предыдущаго. Антиподной точкой сейчасъ описаннаго цигніанскаго (идущаго къ созвѣдію Лебеда) удлиненія (подъ $20^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ и $+37^{\circ}$), должна бы быть на югѣ точка подъ ($8^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ и $+37^{\circ}$). А между тѣмъ, обширная область перспективнаго учащенія малыхъ звѣздъ, и притомъ область, явно служащая продолженіемъ цигніанскаго сгущенія, оказывается отклоненной отъ только что указаннаго антиподнаго пункта на нѣсколько градусовъ къ мѣсту противоположнаго раздвоенія Млечнаго пути около созвѣздія Южнаго Креста, и центръ ея лежитъ подъ $10^{\text{h}} 20^{\text{m}}$ и -50° около Эты (γ) Корабля Арго. Значитъ, или нашъ звѣздный рой имѣетъ форму дуговидной полосы съ неопредѣленной длиной, центръ кривизны которой находится гдѣ-то въ небесномъ пространствѣ, за хвостомъ созвѣздія Скорпіона, или наша солнечная система несется (по направленію, нѣсколько уклоняющемуся отъ созвѣздія Лебеда въ сторону созвѣздія Геркулеса) не въ срединѣ своего роя, а ближе къ той его границѣ, гдѣ галактическій поясъ мелкихъ звѣздъ шире теоретическаго. Именно, это обстоятельство и обнаруживается при взглядѣ на карты Стратонова, на которыхъ перспективная частота звѣздъ въ созвѣздіи Возничаго близка къ числу 11 (подъ $4^{\text{h}} 20^{\text{m}}$ и $+40^{\circ}$), между тѣмъ какъ на противоположной сторонѣ (около 18^{h} и -40°) она близка къ числу 24, т.-е. къ величинѣ вдвое болѣе предыдущей.

Что же касается до двухъ перспективныхъ сгущеній звѣздъ этой (9,1—9,5) величины, наблюдаемыхъ на тѣхъ же картахъ, одно между Тельцомъ и Близнецами (съ центромъ около $6^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ и $+15^{\circ}$) и другое за созвѣдіемъ Корабля (съ центромъ около $7^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ и -25°), то они должны быть приписаны совсѣмъ не перспективнымъ причинамъ (не удлиненію роя въ этомъ направленіи), а дѣйствительному скопленію болѣе мелкихъ звѣздъ въ соответствующихъ мѣстахъ небеснаго пространства. Къ такому выводу приводитъ и сопоставленіе обѣихъ ихъ картъ съ другими у Стратонова. Увеличеніе перспективной частоты по направленію къ Близнецамъ и Кораблю отчетливо только для звѣздъ близкихъ къ 9-ой величинѣ, между тѣмъ какъ въ двухъ первыхъ, такъ сказать, основныхъ и дѣйствительно перспективныхъ учащеніяхъ, идущихъ одно по направленію Гаммы (γ) Лебеда и другое по направленію Эты (γ) Корабля, увеличеніе частоты распредѣленія звѣздъ обнаруживается тѣмъ рѣзче, чѣмъ менѣе ихъ кажущаяся величина. Оно тѣмъ яснѣе, чѣмъ болѣе мы исключаемъ ближайшія къ намъ крупныя звѣзды и отмѣчаемъ на пер-

спективныхъ картахъ только мельчайшія изъ нихъ, слагая ихъ съ крупнѣйшими изъ отдаленныхъ, хотя и здѣсь частота ихъ не можетъ быть доведена до безконечности, потому что на нѣкоторомъ отдаленіи самая крупная звѣзда будетъ казаться намъ меньше данной величины, и потому выпадетъ изъ нашего счета.

Таковы фактическіе результаты опытной науки, совершенно опровергающіе прежнее предположеніе, что наше солнце находится около центра Млечнаго пути, и потому является чѣмъ-то исключительнымъ среди остальныхъ звѣздъ. И этотъ послѣдній отголосокъ старинной теологической космогоніи долженъ теперь замолкнуть навсегда передъ выводами истинной науки.

Дѣйствительная форма нашего великаго „Галактическаго скопленія звѣздъ“ и нашего истиннаго мѣста въ немъ ясно возстановляется передъ нами, если мы приложимъ къ звѣзднымъ картамъ законы перспективы. Одиочная широкая полоса Галактическаго круга, которая выходитъ на сѣверную гемисферу оттуда, гдѣ горитъ самая яркая звѣзда нашего неба, Сиріусъ, и продолжается одной изъ узкихъ вѣтвей своего раздвоенія за созвѣдіе Скорпіона, а подъ нами охватываетъ все небо большимъ кругомъ, не можетъ быть ничѣмъ инымъ, какъ кольцомъ (В, рис. 246) изъ миллионовъ свѣтилъ, слившихся въ одно сплошное сіяніе, и охватывающимъ на далекомъ разстояніи весь рой звѣздъ, видимыхъ отдѣльными не только нашимъ простымъ глазомъ, но даже и въ самые сильные наши телескопы.

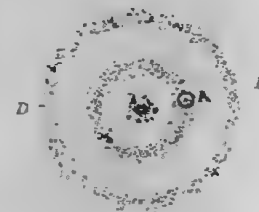


Рис. 246. Схематическій видъ нашего звѣзднаго скопленія.

Вторая подчиненная вѣтвь Галактей, по обѣ стороны созвѣздія Скорпіона (къ сѣверу и югу отъ него) уже не должна быть отвѣтвленіемъ только что описаннаго звѣзднаго кольца. Она скорѣе должна представлять второе внутреннее кольцо, тоже совершенно замкнутое, но представляющее намъ охватившимъ лишь половину неба, исключительно потому, что мы сами живемъ въ одной изъ дугъ этого кольца. Такой выводъ легко понять изъ нашего схематическаго рисунка (рис. 246). Представимъ, что наша земля вмѣстѣ съ солнцемъ и всѣми его планетами помѣщается въ точкѣ А внутренняго кольца, а всѣ видимыя въ наши сильнѣйшіе телескопы звѣзды въ кружкѣ около нея. Что тогда произойдетъ? Когда мы будемъ смотрѣть по какому-нибудь направленію не внутрь этого кольца, а, напримѣръ, по линіи АВ, нашъ взглядъ совсѣмъ не встрѣтитъ какой-либо его части, а замѣтитъ только одно внѣшнее кольцо, которое и будетъ казаться обволакивающимъ все наше небо, подобно главной полосѣ Млечнаго пути, такъ какъ, по какому направленію данной окружности небеснаго пространства мы ни смотрѣли бы, мы вездѣ увидимъ на ней это наружное кольцо. Другое дѣло относительно внутренняго кольца. Когда мы будемъ смотрѣть по какому-либо изъ

направлений, идущихъ внутрь его, напимѣръ, по направлѣніямъ *AD*, нашъ взглядъ встрѣтитъ оба кольца, и наружное и внутреннее. Если бы они лежали въ одной плоскости, то слились бы для насъ на небѣ въ одну полосу. Но плоскость внутренняго кольца оказывается отклонившейся отъ плоскости внѣшняго около 15° , а потому оно и рисуется отдѣльно, какъ янтарно-бѣлая полоска, занимающая только половину неба и перспективно разсыпающаяся около насъ на миллионы звѣздъ.

Какъ далеко простирается въ ней область звѣздъ, видимыхъ въ наши телескопы? Если бы она была очень мала въ сравненіи съ шириной окружающей насъ дуги кольца, то мы видѣли бы всѣ его стороны слившимися въ сплошной туманъ. Но этого нѣтъ. Значитъ, въ сильнѣйшіе изъ нашихъ телескоповъ мы видимъ въ поперечныхъ направлѣніяхъ все это кольцо насквозь. Кромѣ того, очень вѣроятно, какъ думаетъ Стратоновъ, что Галактическая область имѣетъ хлопьевидное строеніе, т.е. состоитъ изъ отдѣльныхъ звѣздныхъ облаковъ, раздѣленныхъ промежутками, въ которыхъ звѣзды болѣе рѣдки или совсѣмъ отсутствуютъ. Только въ такомъ случаѣ всѣ перспективныя детали видимаго нами неба получаютъ полное объясненіе, и все оказывается въ полномъ согласіи съ теоріей Лапласа возникновенія звѣздныхъ скопленій изъ туманныхъ массъ.

Въ безконечномъ міровомъ океанѣ, гдѣ плаваетъ теперь нашъ Галактическій архипелагъ звѣздъ, октильоны лѣтъ назадъ выдѣлилось изъ мірового эира, необозримо огромное скопленіе какихъ-то необыкновенно легкихъ прозрачныхъ первичныхъ газовъ, въ которыхъ еще не было никакихъ изъ окружающихъ насъ на земной поверхности химическихъ элементовъ, т.е. современныхъ „простыхъ тѣлъ“, а только ихъ первичныя компоненты, въ родѣ небулезія, первичнаго водорода и первичнаго гелія, да и то едва ли. Вѣрнѣе всего, въ немъ были еще только электроны. Это громадное прозрачное облако въ самый моментъ своего возникновенія уже получило легкое, едва замѣтное вращеніе, и потому приняло форму эллипсоида, какую имѣютъ теперь и звѣзды и планеты отъ тѣхъ же самыхъ причинъ. Сила тяжести на экваторѣ подобной вращающейся массы неизбѣжно должна ослабляться центробѣжной силой, дѣйствующей въ другомъ противоположномъ направлѣніи, чѣмъ первая сила. Если возникшее такимъ образомъ уплотненіе будетъ увеличиваться и концентраціей своего вещества уменьшать туманность въ ея размѣрахъ, то ея вращеніе неизбѣжно должно будетъ ускоряться, а вмѣстѣ съ тѣмъ и ея эллипсоидальная форма будетъ все болѣе и болѣе растягивается у экватора отъ все увеличивающейся центробѣжной силы, пока все облаковидное выдѣленіе не приметъ формы быстро вращающагося диска. 0

Наступитъ, наконецъ, моментъ, когда центробѣжная сила на болѣе отдаленныхъ периферическихъ частяхъ совершенно уравни-

ситъ силу ихъ тяготѣнія къ центру вращенія. Онѣ не будутъ болѣе стремиться къ нему и останутся на своемъ мѣстѣ въ видѣ кольца, тогда какъ остальная анутренняя часть туманности еще будетъ сокращаться, и потому отдѣлится отъ этого кольца. Затѣмъ, по тѣмъ



Рис. 247. Туманность „Подкова“ ($18^\circ 15' 0''$ и $-16^\circ 13'$) или „Омега“ за созвѣздіемъ Стрѣльца. Снимокъ въ Ликинской обсерваторіи 9 іюля 1899 г. Экспоз. 4 ч. (Увелич. 3,1).

же самымъ причинамъ, отдѣлится второе, еще болѣе внутреннее кольцо, а за нимъ и третье и т. д., пока будетъ хватать матеріала, какъ это происходитъ при опытѣ Плато (см. I кн., стр. 33, черт. 18).

Въ гигантской туманности, образовавшей звѣздное скопленіе нашего неба, выдѣлились и обособились, повидимому, только два кольца, распавшіяся затѣмъ на сотни тысячъ хлопьевъ, давшихъ начало разнымъ звѣзднымъ кучамъ. Если были и другія, болѣе внутреннія кольца, то они, вѣроятно, распались на одинокія звѣздныя скопленія, каковы, напримѣръ, Могеллановы облака, около южнаго полюса нашего неба. Остатки же центральной части первичной Галактической туманности должны сохраниться еще и теперь.

Ихъ перспективное мѣсто опредѣляется на небѣ по нашей схемѣ (рис. 247) въ той части, гдѣ наиболѣе расходятся между собой большое и малое кольца Галактей, т.е. около созвѣздія Скорпіона. И дѣйствительно, въ этомъ мѣстѣ, на фонѣ безчисленныхъ слившихся для нашего глаза звѣздъ виднѣется въ большія астрономическія трубы нѣсколько огромныхъ темныхъ скопленій туманнаго вещества, называемыхъ, со временъ Гершеля, мало-поэтическимъ именемъ „угольныхъ мѣшковъ“. Эти темныя скопленія могутъ быть не только не холоднѣе окружающихъ ихъ яркихъ звѣздъ, но, совершенно наоборотъ, могутъ обладать такой необычно высокой температурой, что еще не испускаютъ лучей, дѣйствующихъ на нашъ глазъ и даже на фотографическую пластинку, которая уже не разъ открывала сильно накалившуюся туманности, невидимыя для насъ даже въ сильные телескопы, какъ, напримѣръ, около Плеядъ.

Таковъ общій характеръ того неизмѣримо огромнаго звѣзднаго скопленія, въ которомъ мы живемъ. За нимъ находится пустыня мірового пространства, гдѣ не свѣтитъ уже ни одна звѣзда, а далѣе, за этой пустыней, вновь, повидимому, плаваютъ то здѣсь, то тамъ такіе же Млечные пути безчисленныхъ звѣздъ, распространяя свѣтъ и жизнь во всей безбрежности мірозданія.

Обратное изображение стр 15



Геній Жизни и Смерть. Рисунокъ А. Менцеля, середины XIX вѣка.

II.

Законы, управляющіе движеніемъ и эволюціей міровъ.

1. Всемірное тяготѣніе.

Несомнѣнно, что оба кольца нашего звѣзднаго скопленія перенесли не мало какихъ-то внутреннихъ или внѣшнихъ вліяній, разрушившихъ до нѣкоторой степени ихъ первоначальную стройность. Это ясно видно не только на многихъ неправильныхъ изгибахъ и уклоненіяхъ ихъ отъ геометрической стройности, но и на детальномъ изученіи состава той области внутренняго кольца, которая доступна нашимъ телескопамъ. Здѣсь, кромѣ отдѣльно видимыхъ одинокихъ звѣздъ, мы находимъ въ небесномъ пространствѣ двойныя, тройныя и многократныя звѣзды; большія звѣздныя кучи (рис. 248), и, наконецъ, туманности, свѣтлыя (рис. 247) и темныя, и всѣ онѣ обращаются вокругъ общаго центра и, кромѣ того, вращаются, какъ волчки кругомъ оси своего собственнаго равновѣсія. Мы не можемъ входить здѣсь въ математическую разработку причинъ всѣхъ такихъ движеній, такъ какъ имѣемъ въ виду лишь общеобразованнаго читателя. Но безъ пониманія основныхъ законовъ небесной механики совершенно нельзя обойтись при изложе-

ніи итоговъ современной астрономіи. Вотъ почему, мы и дадимъ здѣсь главные законы, въ самомъ общепонятномъ изложеніи.

По старинному средневѣковому представленію, планеты солнечной системы—единственныя извѣстныя тогда, движушіяся свѣтила—подталкивались небесными духами (см. О. Лоджъ: „Піонеры науки“, лекція III). Въ библейской книгѣ „Езекиѣль“ (что значитъ просто „Божья побѣда“, и представляетъ заглавіе анонимной книги, а не собственное имя будто бы нѣкогда существовавшего пророка Езекиѣля) Птолемея система съ этими духами, носящими свѣтила, описана такъ: „И видѣть тѣхъ живыхъ существъ (четырехъ планетъ) былъ подобенъ виду горящихъ углей, подобенъ виду лампадъ. И огонь молній ходилъ между ними, и сами они двигались взадъ и впередъ (прямымъ и понятнымъ движеніемъ) подобно тому, какъ ходитъ (зигзагами) молнія. И я смотрѣлъ (ночью, въ грозу) на нихъ, и вотъ надъ землею передъ ликомъ каждого изъ нихъ по одной орбитѣ (унасъ неправильно переведено: „по колесу“). А дуги ихъ орбитъ—высоки и страшны были онѣ, и ободья ихъ всѣхъ были полны очей (мерцающихъ звѣздъ). И когда шли эти живыя существа, и ихъ орбиты шли подлѣ нихъ. И когда поднимались они отъ земли, поднимались и орбиты ихъ. Куда духъ хотѣлъ итти, туда шли и онѣ... ибо духъ этихъ живыхъ существъ (планетъ) былъ въ ихъ орбитахъ“ (Езек. I, 13—20). Здѣсь всѣ особенности птолемеевой системы съ ея матеріальными орбитами, заключенными одна въ другой, и духами планетъ, несущими ихъ, представлены такъ полно и ясно, что уже одного этого мѣста было бы достаточно, чтобы признать книгу Езекиѣль (Божья побѣда) за средневѣковой апокрифъ.

Потомъ, вслѣдъ за эпохой возрожденія, Кеплеръ пытался объяснить движенія планетъ увлекающей ихъ силой, исходящей отъ солнца; Декартъ придумалъ, вмѣсто вышеописанныхъ средневѣковыхъ духовъ, эфирный вихрь, кружащійся около солнца и увлекающій планеты, и только гениальному Ньютону удалось, наконецъ, открыть, что всѣ движенія въ мірѣ свѣтилъ объясняются той же причиной, какъ и паденіе камня, свалившагося со стѣны. Ньютонъ назвалъ эту силу—силой всемірнаго тяготѣнія, и она дѣйствительно оказалась господствующей повсюду въ звѣздныхъ системахъ. Вотъ почему, мы и изложимъ современное ученіе о ней въ общихъ чертахъ.

Всѣ физическія тѣла въ природѣ тяготеютъ другъ къ другу. Каждый нашъ палецъ притягивается къ другому, каждый человѣкъ къ своему сосѣду, но это незамѣтно для простаго наблюдателя потому, что сила тяготѣнія небольшихъ предметовъ другъ къ другу ничтожно мала и можетъ быть обнаружена лишь на крутильных вѣсахъ Кавендиша. Мы тяготѣемъ къ землѣ во много милліоновъ разъ сильнѣе, чѣмъ другъ къ другу только потому, что земля во много милліоновъ разъ массивнѣе насъ, а сила тяготѣнія увеличивается,

какъ показалъ Ньютонъ, пропорціонально массамъ дѣйствующихъ другъ на друга тѣлъ и ослабѣваетъ пропорціонально квадратамъ разстоянія ихъ центровъ тяготѣнія. Это и выражено было Ньютономъ въ его великой формулѣ, которая легла теперь (въ транскрипціи Гаусса) въ основу математической астрономіи.

$$F = [K] \frac{M_1 M_2}{r^2} \cdot \dots \dots \dots \text{(форм. 1).}$$

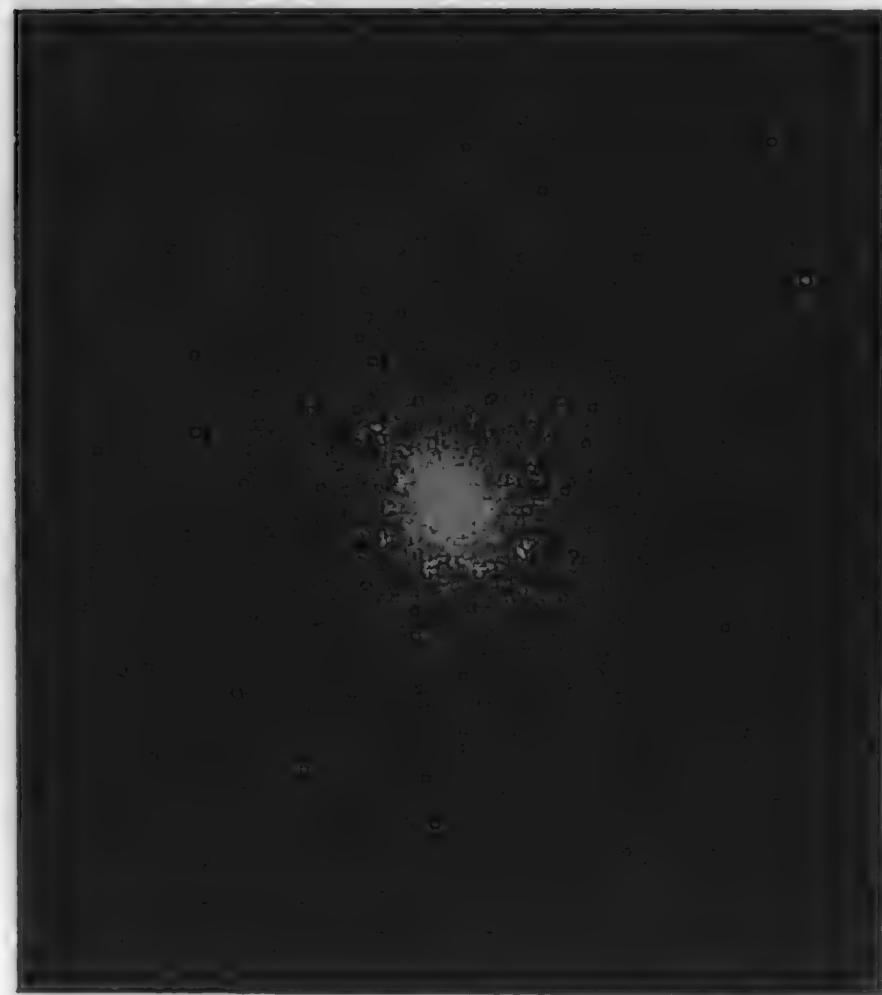


Рис. 248. Звѣздная куча въ созвѣздіи Вѣсовъ ($15^h 13^m 29^s$ и $+2^{\circ}27'$). Снимокъ въ Ликкской обсерв. 24 мая 1900 г. Экспоз. 1 ч. 3 м. (Увелич. 3,7.).

т.-е. сила тяготѣнія F двухъ сферически однородныхъ физическихъ тѣлъ прямо пропорціональна ихъ массамъ M_1 и M_2 и обратно пропорціональна квадратамъ разстоянія r ихъ центровъ тяготѣнія, пока множитель $[K]$ остается неизмѣннымъ.

Замѣтивъ загѣмъ изъ астрономическихъ наблюденій и опытовъ

взвѣшиванія на землѣ, что ни при одномъ изъ извѣстныхъ намъ случаевъ (кромѣ развѣ приводимыхъ спиритами и считаемыхъ физиками за недоразумѣнія) не наблюдалось измѣненій въ вѣсѣ земныхъ предметовъ или въ тяготѣніи свѣтилъ отъ какихъ-либо иныхъ причинъ, послѣдователи Ньютона сочли этотъ законъ абсолютно исчерпывающимъ предметъ, а потому и множитель $[K]$ формулы тяготѣнія признали навѣки неизмѣннымъ, вслѣдствіе чего и назвали его константой всемірнаго тяготѣнія. Дѣйствительно, ни отъ нагрѣванія тѣлъ, ни отъ ихъ электризаціи, ни отъ сообщенія имъ магнитныхъ свойствъ вышеприведенный коэффициентъ не измѣняется ощутительно. При самыхъ точныхъ нашихъ взвѣшиваніяхъ онъ всегда оказывается близокъ къ шести или семистомилліоннымъ долямъ дины, когда массы тѣлъ считаемъ въ граммахъ, а разстоянія въ сантиметрахъ. И однако же, признавать его абсолютно независимымъ отъ физическаго состоянія тѣлъ и абсолютно неизмѣннымъ во всѣ времена и во всѣхъ частяхъ міроваго пространства—въ настоящее время невозможно. Прежде всего, есть одно состояніе тѣлъ, при которомъ ихъ тяготѣніе другъ къ другу зависитъ не отъ однѣхъ ихъ массъ. Повѣсимъ, на примѣръ, на длинныхъ шелковинкахъ, два камертона въ воздухѣ. Они, конечно, будутъ неощутимо притягиваться другъ къ другу, и коэффициентъ $[K]$ ихъ тяготѣнія численно опредѣлится, какъ мы указали выше, въ 0,000000065 долей дины¹⁾. Но заставимъ ихъ звучать — и мы увидимъ, что притяженіе между ними во много разъ увеличится, какъ показалъ еще Гукъ и окончательно изслѣдовалъ лордъ Кельвинъ.

Конечно, увеличеніе тяготѣнія другъ къ другу у звучащихъ тѣлъ объясняется тѣмъ, что въ данномъ случаѣ къ ихъ обычнымъ ньютоновскимъ полямъ тяготѣнія присоединились еще поля звукового тяготѣнія, развившіяся около каждаго изъ нихъ въ упругомъ воздухѣ и слившіяся съ ихъ ньютоновскими, эфирными полями, дѣйствующими по тому же закону, т.е. обратно пропорціонально квадрату разстоянія. Но это разсужденіе не только не доказываетъ абсолютной неизмѣнности силы тяготѣнія и въ безвоздушномъ пространствѣ, а, напротивъ, подрываетъ такую идею. Современныя воззрѣнія на міровой эфиръ приводятъ къ выводу, что и ньютоновское поле тяготѣнія есть ничто иное, какъ результатъ воздѣйствія физическихъ тѣлъ на окружающую ихъ эфирную среду, совершенно такъ же, какъ поле отталкиванія наэлектризованныхъ предметовъ есть, повидимому, результатъ химическаго сродства ихъ электроновъ или эквивалентныхъ имъ атомныхъ остатковъ (сбросившихъ свои структурные электроны) къ той же самой окружающей ихъ эфирной средѣ.

¹⁾ Нужно замѣтить, что при разныхъ условіяхъ, онъ опредѣлялся нѣсколько различно и, повидимому, даже внѣ предѣловъ ошибокъ наблюденія. См. объ этомъ въ моей книгѣ: „Основы качественного физико-математическаго анализа.“

Законъ, по которому дѣйствуетъ и то и другое поле, совершенно одинаковъ съ закономъ, управляющимъ также и свѣтовымъ полемъ и полемъ лучистой теплоты и, вообще, всякимъ полемъ волнообразныхъ колебаній въ пространствѣ трехъ измѣреній. Всѣ они ослабѣваютъ пропорціонально квадратамъ разстоянія и увеличиваются пропорціонально увеличенію находящейся въ ихъ центрѣ

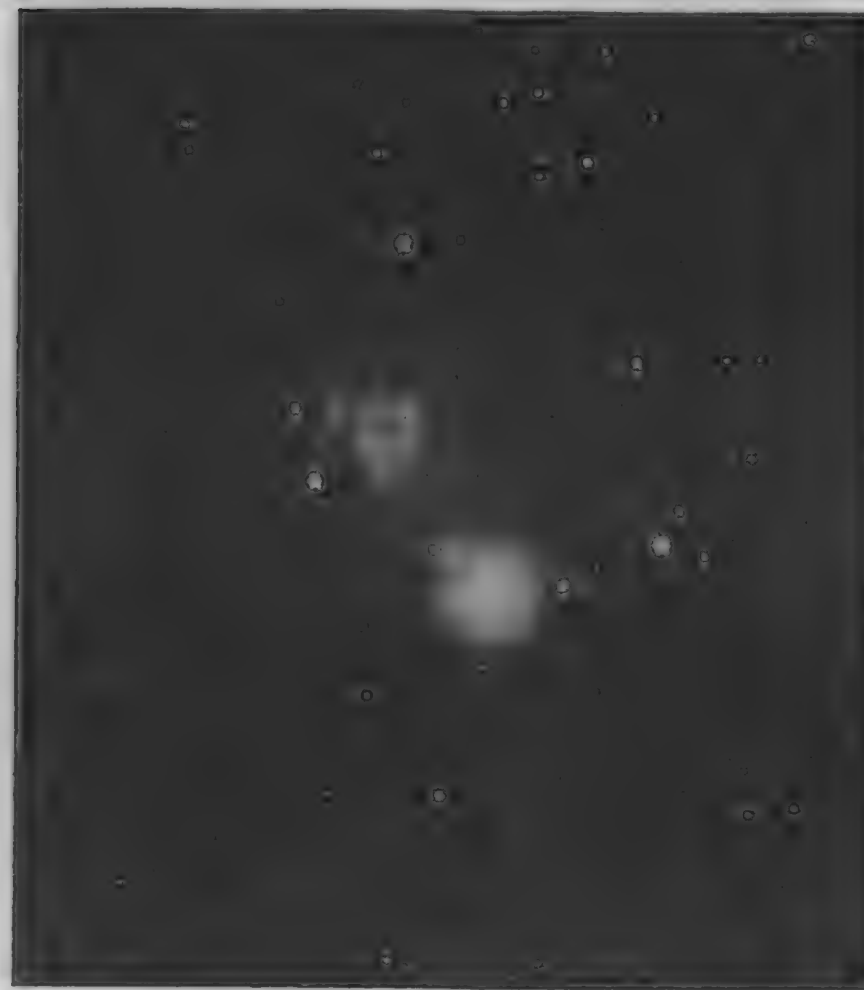


Рис. 249. Туманность около 15-й Единорога (6^h35^m и $+10^\circ$). Снимокъ въ Ликинской обс. 23 февр. 1903 г. Экспоз. 3 ч. (Увелич. 2,5.).

полевызывающей энергіи. Вотъ почему, и поля тяготѣнія должны зависѣть не отъ однѣхъ массъ у дѣйствующихъ другъ на друга физическихъ тѣлъ, а отъ всей наличности полевызывающей энергіи тяготѣнія этихъ тѣлъ. Массы M_1 и M_2 въ формулѣ Ньютона суть только одни изъ двухъ множителей, входящихъ въ общую формулу $\frac{1}{2}MV^2$ всякой (полевызывающей или какой-дру-

гой) энергии, основное выражение которой для каждого из двух тяготеющих тел в вышеприведенной формуле должно быть $\frac{1}{2} M_1 V_1^2$ и $\frac{1}{2} M_2 V_2^2$. Здесь первое выражение есть произведение массы M_1 первого ньютоновского тела на полуквадрат каких-то скоростей V_1 скрытых в нем, т.е. ритмически приводящих все его атомы к прежним положениям в его объеме, а второе выражение есть тоже самое для второго ньютоновского тела. Но где же множители $\frac{1}{2} V_1^2$ и $\frac{1}{2} V_2^2$ скрыты в формуле Ньютона (форм. 1)? Где эти вторые факторы всякой физической энергии? Они сочтены в ней навски неизменными, вследствие чего и вынесены в состав ее коэффициента $[K]$. Этот коэффициент, в таком случае, является не простым числовым множителем, зависящим лишь от выбранных нами единиц меры, а целым комплексом физических факторов, принятых на основании наблюдений над одним нашим ничтожным уголком вселенной и в ничтожно малый период земного времени за неизменные навски!

Конечно, это поспешный вывод. Закон изотезичности, или однородности, которому должны удовлетворять все физические формулы, привел еще Гауса к тому, что коэффициент $[K]$ в формуле Ньютона является довольно сложным по своему функциональному составу и выражается в общем виде через $(\frac{1}{2}) V^2 L / M$ или, все равно, через $\frac{1}{2} V^2 : M / L$. Из последней транскрипции очевидно, что $\frac{1}{2} V^2$ у Гауса и есть упущенное в Ньютоновой формуле общее выражение скоростей $\frac{1}{2} V_1^2$ и $\frac{1}{2} V_2^2$ полевызывающей энергии обоих тяготеющих тел, а M / L есть общее выражение для некоторых загадочных еще линейных плотностей, т.е. количества каких-то масс M , расположившихся на расстояниях L . Обозначив эти плотности через δ_1 и δ_2 (так как они тоже подобно V_1^2 и V_2^2 могут быть различны у обоих действующих тел), мы найдем, что коэффициент $[K]$ в формуле тяготения определяется, как алгебраическая сумма двух коэффициентов, т.е. $[K] = V_1^2 / 2\delta_1 + V_2^2 / 2\delta_2$.

Внеся это на место $[K]$ в первоначальной формуле (фор. 1) Ньютона, мы получим ее в идеально законченном виде:

$$F = \left[\frac{V_1^2}{2\delta_1} + \frac{V_2^2}{2\delta_2} \right] M_1 M_2 / r^2 \dots \dots \text{(форм. 2)}$$

т.е. сила тяготения F между двумя физическими телами (рассматриваемыми, как агрегаты энергии, обладающие не только материей, но и внутренними поступательными, вращательными, вибрационными и другими скоростями ее атомов) прямо пропорциональна их массам M_1 и M_2 и обратно пропорциональна квадратам их расстояний, пока отношения их полевызывающих, внутренних скоростей V_1 и V_2 к каким-то соответствующим им линейным плотностям δ_1 и δ_2 остаются неизменными (а потому и весь двучлен в квадратных скобках может считаться константой).

Вот какое сложное выражение получает константа $[K]$ в формуле Ньютона, как только мы посмотрим на физические тела не как на простые агрегаты мертвых, инертных масс, но с современной точки зрения, как на телесные скопления физической энергии, атомы которых одарены, пока они живут и действуют друг на друга, многочисленными родами движений, явных и еще скрытых от нас¹⁾. Понятно, что как только мы допустим, что имеем частный случай, при котором $V_1 = V_2$ и $\delta_1 = \delta_2$, так от нашей всеобъемлющей транскрипции (фор. 2) мы и перейдем к Гауссовой (в фор. 1), т.е. к простому частному случаю.

Формула Ньютона в ее последнем, законченном виде говорит нам, что если у обоих из тяготеющих физических тел атомы замрут, т.е. потеряют свои внутренние скорости (V_1 и V_2 в нашей формуле 2-ой), то весь множитель в скобках т.е. „константа тяготения $[K]$ “ обратится в нуль, и никакого притяжения между телами не будет, хотя бы они и обладали огромными массами и находились на очень малых расстояниях друг от друга. Если же внутренние скорости замрут только у атомов одного из этих тел, то (как показывает та же самая формула) тяготение между ними еще останется и будет по прежнему действовать по закону Ньютона, т.е. пропорционально массам обоих тел, так как исчезнет только один из двух членов у множителя в скобках, а все остальное останется без переменны. До сих пор, как мы уже говорили, ни при одном из достоверных опытов не было обнаружено, чтобы эта константа тяготения когда-либо изменялась в своей численной величине 0,000000065 дин. В последние годы были сделаны опыты взвешивания тел при различных физических состояниях. Так, Пойнтинг и Филлипс (Proc. R. Soc. 76, p. 445) в 1905 г. определили очень чувствительными обычными весами изменения тяжести стального цилиндра с массой около 266 граммов вещества при повышении его температуры от обычной комнатной (около 20°C) до 100°C, путем его погружения в кипящую воду. Оказалось, что увеличение тяжести, если оно было при этом нагревании, не превосходило одной тысячемиллионной доли ($1/10^9$) на градус Цельсия, так что если бы тяготение было пропорционально не только массам, но и температурам тел, то среднюю температуру внутренности земного шара пришлось бы, при прочих неизменных условиях, считать не ниже тысячи миллионов градусов. Действительно, допустим, что множитель V_1^2 (в нашей формуле 2-й) есть квадрат каких-то вращательных или вибрационных скоростей, характеризующих атомы земного шара или их отдельные части, у которого этот фактор тяготения мы не можем ни увеличивать, ни уменьшать, а V_2^2 есть квадрат скоростей аналогичного комплекса движений, характери-

¹⁾ Об этом подробно в моей вышеуказанной книге.

зующихъ атомы взвѣшиваемаго нами тѣла или ихъ отдѣльные участки.

Нагрѣваніе, конечно, можетъ (а съ теоретической точки зрѣнія, даже должно) увеличивать внутреатомную скорость (V_2) у взвѣшиваемаго нами тѣла. Но каково будетъ отъ этого приращеніе его вѣса? Простой взглядъ на нашу формулу (2-ю) показываетъ, что если бы эта скорость (V_2) зависѣла только отъ температуры, то мы могли бы получить такой результатъ. Охладивъ тѣло до абсолютнаго нуля, мы получили бы въ константѣ $[V_1^2/\delta_1 + V_2^2/\delta_2]$ только первый изъ двухъ ея членовъ, такъ какъ V_2 во второмъ членѣ обратилось бы въ нуль. Отмѣтивъ вѣсъ тѣла при этихъ практически еще недостижимыхъ для насъ условіяхъ, мы стали бы затѣмъ нагрѣвать его до средней температуры земного шара. Тогда (если бы δ_1 все время оставалось равнымъ δ_2) мы получили бы, наконецъ, V_2 равное V_1 , и вѣсъ тѣла, очевидно, удвоился бы. Понятно, что такое большое измѣненіе въ тяжести мы легко замѣтили бы, даже не на вѣсахъ, а и простой рукой. Но какова температура глубинъ нашей планеты, мы пока совершенно не знаемъ, а потому не знаемъ, и до какой температуры нужно было бы доводить нагрѣваніе, чтобы удвоить вѣсъ земного предмета или даже просто увеличить его, хотя бы на одну тысячемилліонную долю. Нѣтъ ничего невѣроятнаго, что она достигнетъ близъ центра Земли и тысячъ милліоновъ градусовъ, если допустить, на основаніи нѣкоторыхъ астро-физическихъ указаній (см. далѣе въ главѣ объ эволюціи вещества на небесныхъ свѣтилахъ), что глубина земли состоитъ изъ концентрическихъ слоевъ необыкновенно тугоплавкихъ веществъ, не принадлежащихъ къ періодической системѣ элементовъ, составляющей наружный слой земного шара. Тогда незначительные интервалы доступныхъ намъ температуръ при искусственномъ нагрѣваніи тѣлъ произвели бы, какъ видно изъ нашей формулы, лишь ничтожныя измѣненія въ ихъ вѣсѣ. Но въ настоящее время мы не имѣемъ никакого права говорить, что поле тяготѣнія должно совершенно исчезнуть даже у тѣлъ, охлажденных до абсолютнаго нуля, и что они окажутся при этомъ способными падать лишь на болѣе или менѣе нагрѣтыя свѣтила подъ исключительнымъ вліяніемъ гравитаціоннаго поля послѣднихъ, такъ какъ мы не знаемъ, исчерпываютъ ли температурныя колебанія всѣ интраатомныя движенія, что очень сомнительно въ виду крайней сложности атомовъ. Мы не можемъ затѣмъ сказать ничего достовѣрнаго и о сущности факторовъ δ_1 и δ_2 , входящихъ въ нашу рациональную формулу тяготѣнія, какъ знаменатели. Если они тоже возрастаютъ съ нагрѣваніемъ, то должны болѣе или менѣе уравнивать увеличеніе скоростей V_1 и V_2 у нагрѣваемыхъ тѣлъ, и тогда дѣйствіе температуры не дастъ доступныхъ нашему измѣренію результатовъ даже и при очень значительныхъ накаливаніяхъ.

Все это показываетъ намъ, что механизмъ тяготѣнія несравненно



болѣе сложень, чѣмъ это думали въ прежнія времена, до возникновенія энергетическихъ представлений и учения о міровой средѣ, допуская зависимость тяготѣнія лишь отъ однихъ массъ и разстояній физическихъ тѣлъ. Мы видимъ что даже для того, чтобы узнать, зависитъ ли тяготѣніе отъ температуры, придется еще сдѣлать несравненно болѣе точныя изслѣдованія, чѣмъ это было сдѣлано Пойн-

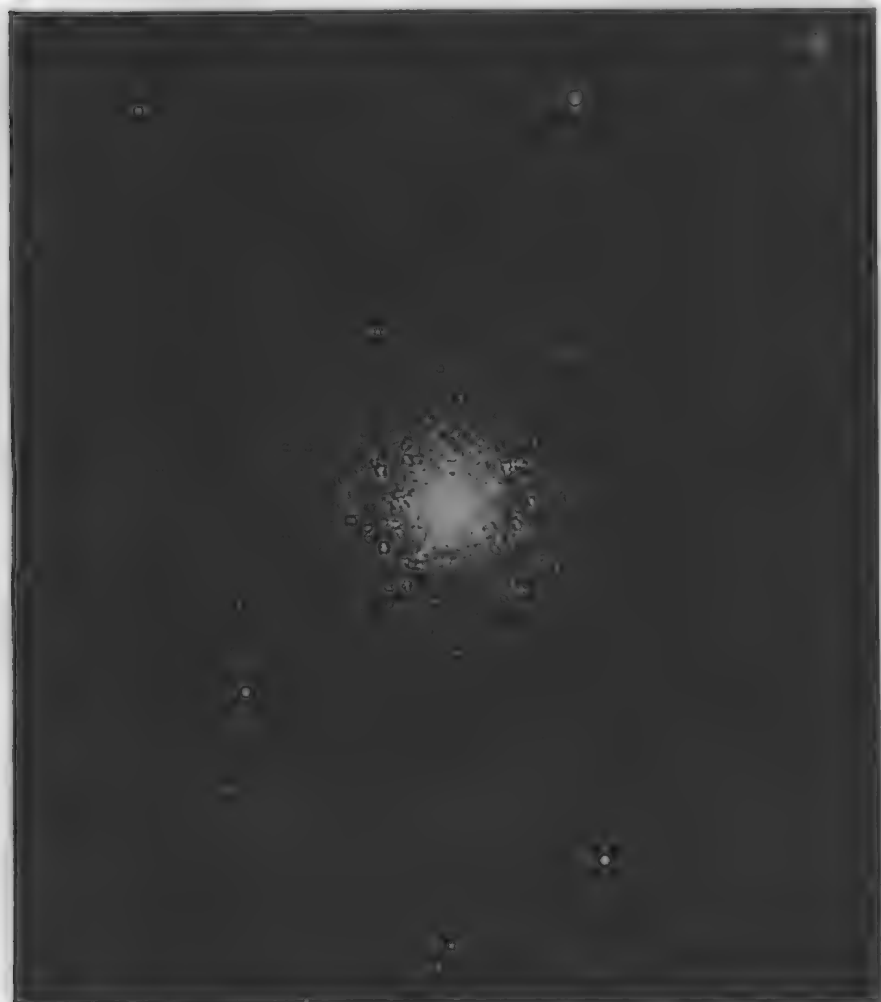


Рис. 250 Звѣздная Кула ($3^{\text{h}} 53^{\text{m}} 35^{\text{s}}$ и $48^{\circ} 28' 53''$) въ созвѣздіи Гонимый Соблакъ. Сфотографованъ въ Ливинской обсерваторіи въ мартѣ 1900 г. Э. Лозе. (Въ. 30 м (въ. 38))

тингомъ и Филлипсомъ въ 1905 г., и оставилъ опыты такими условіями, въ которыхъ теоріи можно было бы получить наиболѣе ощутительные результаты (т.-е. между прочимъ, въ вѣдѣть на спеціально приспособленныхъ вѣсахъ Кавендиша).

2. Наглядныя причины эллиптических движеній небесныхъ тѣлъ.

Я сдѣлалъ здѣсь лишь краткій эскизъ современнаго состоянія ученія о механизмѣ тяготѣнія. Чтобы дать читателю ясное понятіе о томъ, что обращеніе небесныхъ свѣтилъ другъ около друга совершенно ничѣмъ не отличается отъ паденія камня на земную поверхность, я разберу это космическое явленіе самымъ нагляднымъ графическимъ способомъ, который сводитъ всѣ движенія небесныхъ тѣлъ къ элементарнымъ причинамъ, понятнымъ даже для ребенка.

Почему брошенный вами въ сторону камень падаетъ на земную поверхность, а луна нѣтъ? — Только потому, что луна несравненно дальше отъ земной поверхности. Если, бросивъ въ сторону камень, вы въ тотъ же моментъ сократили бы объемъ земного шара въ нѣсколько тысячъ разъ, то и онъ уже пролетѣлъ бы мимо уменьшившейся земной поверхности и, сдѣлавъ кругооборотъ, возвратился бы въ прежнее мѣсто, а затѣмъ безъ конца повторялъ бы свои кругообращенія, совершенно такъ же, какъ и луна. И все это было бы подѣ влияніемъ двухъ самыхъ простыхъ факторовъ: собственной инерціи, заставляющей тѣло продолжать движеніе въ томъ же направленіи и съ той же скоростью, съ какой оно неслоь передъ тѣмъ, и силы тяготѣнія, заворачивающей его постепенно къ земному шару.

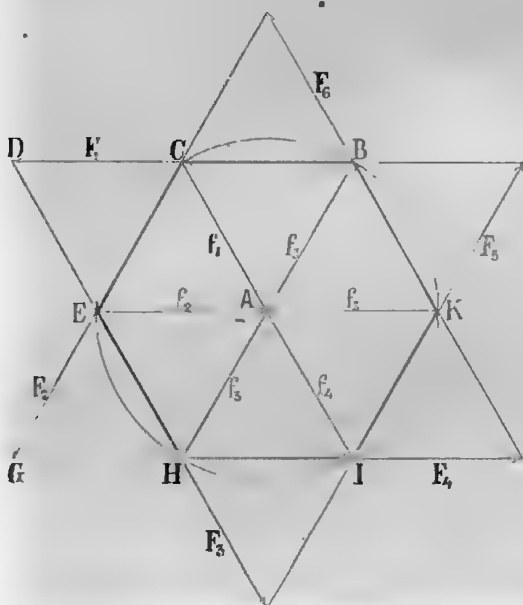


Рис. 251.

Выяснимъ себѣ наглядно причину этого. Возьмемъ типичный частный случай. Допустимъ, что сила тяготѣнія дѣйствуетъ не дифференціально-малыми приращеніями, а отдѣльными порывами, напримѣръ, черезъ каждую секунду, послѣ чего порывъ прекращается, и тѣло болѣе не

тяготѣеть до конца слѣдующей секунды. Что выйдетъ изъ этого?

Допустимъ, что въ нѣкоторой точкѣ А (рис. 251) находится массивное притягивающее тѣло, а около него пролетаетъ другое ничтожно малое В (у котораго собственнымъ полемъ тяготѣнія можно пренебречь), пройдя въ 1 секунду сторону правильнаго шестиугольника, описаннаго вокругъ А до точки С. Пусть именно въ это мгно-

веніе и подѣйствовалъ на него порывъ тяготѣнія, настолько сильный, что если бы тѣло было неподвижно, то онъ привелъ бы его какъ разъ черезъ секунду къ паденію въ центръ по радіальной линіи CA . Но тѣло не было неподвижно. Сила инерціи влекла его продолжать путь и перейти въ это время въ точку D . Значитъ, обѣ силы F_1 и f_1 должны были сложиться и перенести тѣло по діагонали параллелограмма въ точку E . Изъ этой точки, черезъ новую секунду, инерція перенесла бы его (безъ вмѣшательства силы тяготѣнія) въ точку G , но новый импульсъ тяготѣнія (по радіусу EA) сложился съ нею снова, и потому тѣло по равнодѣйствующей перенеслось въ точку H . Въ точкѣ H произошло такое же сложеніе и перенесло тѣло вмѣсто I въ K и

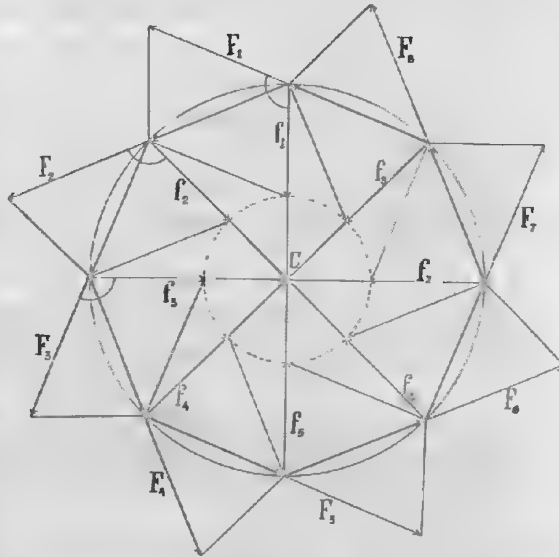


Рис. 252.

такъ далѣе, пока, наконецъ, оно не возвратилось черезъ 6 секундъ въ первоначальную точку. Затѣмъ весь циклъ движеній сталъ бы повторяться безъ конца. Притягиваемое тѣло обращалось бы въ этомъ случаѣ вокругъ притягивающаго не по кругу, а по правильному шестиугольнику. Но это только потому, что силу тяготѣнія мы раздѣлили здѣсь лишь на шесть порывовъ. Раздѣливъ ее на 8, мы получимъ обращеніе по сторонамъ правильнаго восьмиугольника (рис. 252), а раздѣливъ на миллионъ порывовъ, получимъ многоугольникъ съ миллиономъ сторонъ, ничѣмъ не отличающійся для насъ отъ круга, т.-е. придемъ къ круговой орбитѣ. Изъ этого совершенно ясно, что, разъ начавъ двигаться подъ вліяніемъ инерціи и силы тяготѣнія по окружности, которая есть только правильный многоугольникъ съ безконечнымъ числомъ сторонъ, тѣло никогда не будетъ въ состояніи сойти съ него.

Но что же будетъ, если первоначальный порывъ тяготѣнія окажется слишкомъ малъ или слишкомъ великъ для того, чтобы послѣ каждой секунды, или ея любой дробной доли, приводить летящее тѣло на то же самое разстояніе отъ центра его обращенія? Тогда подобнаго же рода построеніе по маленькимъ параллелограммамъ силъ обнаружитъ, что его орбита приметъ различный видъ, судя по тому, въ какой зависимости отъ разстояній окажется въ данной средѣ, или при данныхъ окружающихъ условіяхъ, сила тяготѣнія. Если бѣ

она была при какихъ-либо обстоятельствахъ постоянной на всѣхъ разстояніяхъ, то орбита была бы эллиптическая съ притягивающимъ

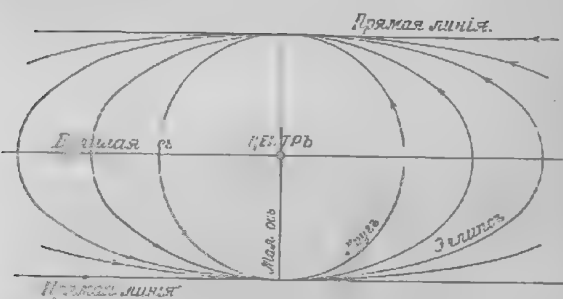


Рис. 253. Эллиптическія орбиты и ихъ предѣлы: кругъ и двѣ параллельныя линіи при допущеніи, что сила тяготѣнія постоянна на всѣхъ разстояніяхъ.

тѣломъ въ центрѣ эллипса, при чемъ эллипсъ могъ бы (въ зависимости отъ первичныхъ условий движенія) имѣть любую степень растянутости, обращаясь при безконечно малой въ кругъ, а при безконечно большой — въ двѣ параллельныя линіи (рис. 253), идущія мимо центральнаго тѣла.

Если бы сила тяготѣнія въ возрастала съ разстояніемъ, то прежде всего пришлось бы опредѣлить законъ ея возрастаній, происходятъ ли они пропорціонально простому разстоянію или его квадратамъ, кубамъ, четвертымъ степенямъ и т. д., или, наконецъ, не представляютъ ли они какую-либо другую функцию разстояній. Для каждаго случая была бы своя собственная система орбитъ. Разсмотримъ, на примѣръ, интересный воображаемый случай, при которомъ сила тяготѣнія возрастаетъ пропорціонально простому разстоянію и, въ частномъ случаѣ, дѣйствуетъ моментальными порывами, совершающимися черезъ каждую единицу времени и такой величины, что каждый порывъ заставляетъ тѣло переноситься черезъ ту же единицу времени прямо въ центръ его обращенія. Если бъ къ началу перваго порыва оно перелетѣло въ единицу времени изъ A въ B , а порывъ тяготѣнія былъ бы способенъ оттолкнуть его въ то же самое время изъ A въ C (рис. 254), то, идя по діагонали параллелограмма силъ, оно перешло бы изъ A въ D (ближе къ центру). Въ слѣдующую единицу времени тѣло перешло бы подъ вліяніемъ одной своей инерціи въ E , но новый порывъ тяготѣнія, уменьшившись (пропорціонально уменьшенному разстоянію) до величины DC , заставитъ его по діагонали новаго параллелограмма силъ перейти въ G , снова на первоначальное разстояніе. Продолжая этотъ же родъ разсужденій и далѣе, мы придемъ къ выводу, что притягиваемое тѣло при такихъ условіяхъ

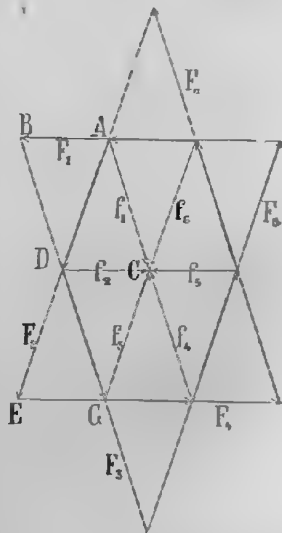


Рис. 254.

описало бы около притягивающаго неподвижнаго центра C вытянутый шестиугольникъ и обращалось бы по нему безъ конца.

Точно такъ же легко вводится графическое обращеніе по растянутому прямоугольному четырехугольнику, если допустить, что тяготѣніе дѣйствуетъ четырьмя порывами, способными въ единицу времени перенести его черезъ всю діагональ (рис. 255), и нетрудно даже видѣть, что въ этомъ случаѣ, какъ и при обращеніи по математически правильному кругу, орбита будетъ устойчива при всѣхъ законахъ измѣненія тяготѣнія въ зависимости отъ разстоянія, такъ какъ діагонали прямоугольника равны при всѣхъ степеняхъ его растянутости.

Въ трехмѣрномъ пространствѣ окружающей насъ природы сила тяготѣнія, какъ мы видѣли, ослабѣваетъ пропорціонально квадрату разстоянія. Только благодаря этому, прилетающія изъ чрезвычайно отдаленныхъ областей тѣла, въ родѣ метеоритовъ, не получаютъ при своемъ паденіи на звѣзды или планеты безконечно большихъ, все разрушающихъ скоростей, какихъ достигали бы они, еслибъ тяготѣніе ослабѣвало пропорціонально лишь простому разстоянію или было бы одинаковымъ на всѣхъ отдаленіяхъ, не говоря уже о увеличеніи съ разстояніемъ. Только при такомъ условіи и оказывается возможнымъ существованіе, въ пространствѣ трехъ измѣреній, прочныхъ міровыхъ системъ, потому что, еслибъ сила тяготѣнія уменьшалась пропорціонально высшимъ степенямъ, чѣмъ квадратныя, на примѣръ, пропорціонально кубамъ, четвертымъ и т. д. степенямъ, то небесныя тѣла не могли бы обращаться другъ около друга ни по какимъ замкнутымъ орбитамъ, кромѣ круговыхъ, и потому, едва уклонившись отъ нихъ, разсѣялись бы въ пространствѣ, проходя затѣмъ одно мимо другаго, какъ беспорядочная толпа людей на улицахъ, какъ молекулы въ газахъ, съ точки зрѣнія кинетической теоріи.

Однако, въ окружающемъ насъ міровомъ пространствѣ сила тяготѣнія и не можетъ дѣйствовать иначе, чѣмъ пропорціонально квадратамъ разстоянія. Есть всѣ основанія думать, что она (точно также, какъ и всѣ другія, на примѣръ, сила гидростатическаго воздѣйствія) не есть непрерывно дѣйствующая сила, а результатъ толчковъ эфирной среды объ атомы и молекулы свѣтилъ, толчковъ, чрезвычайно быстро слѣдующихъ другъ за другомъ. Поэтому орбита каждаго отдѣльнаго атома, заключающагося въ данномъ свѣтилѣ при его обращеніи вокругъ центральной звѣзды или планеты не является идеальной кривой линіей, а многоугольникомъ съ чрезвычайно большъ

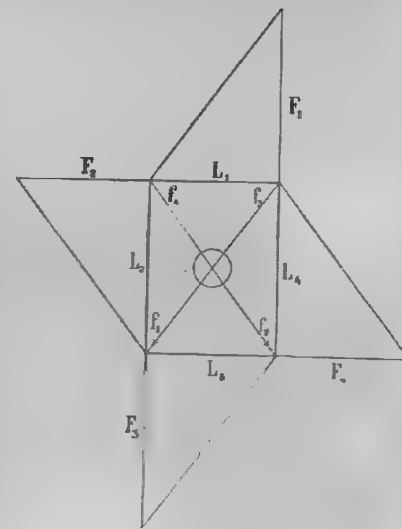


Рис. 255.

шимъ числомъ сторонъ. Изъ этихъ-то безчисленныхъ многоугольниковъ и суммируется общее обращеніе всего свѣтила какъ одного цѣлаго. Но понятно, что такіе толчки, вызываемые центромъ тяготѣнія въ окружающей средѣ, распредѣляясь, при своемъ постепенномъ удаленіи отъ центра, на болѣе и болѣе далекихъ сферическихъ оболочкахъ, должны ослабѣвать въ своей поверхностной плотности по мѣрѣ увеличенія этихъ оболочекъ. А увеличиваются поверхности сферъ въ трехмѣрномъ пространствѣ пропорціонально квадрату

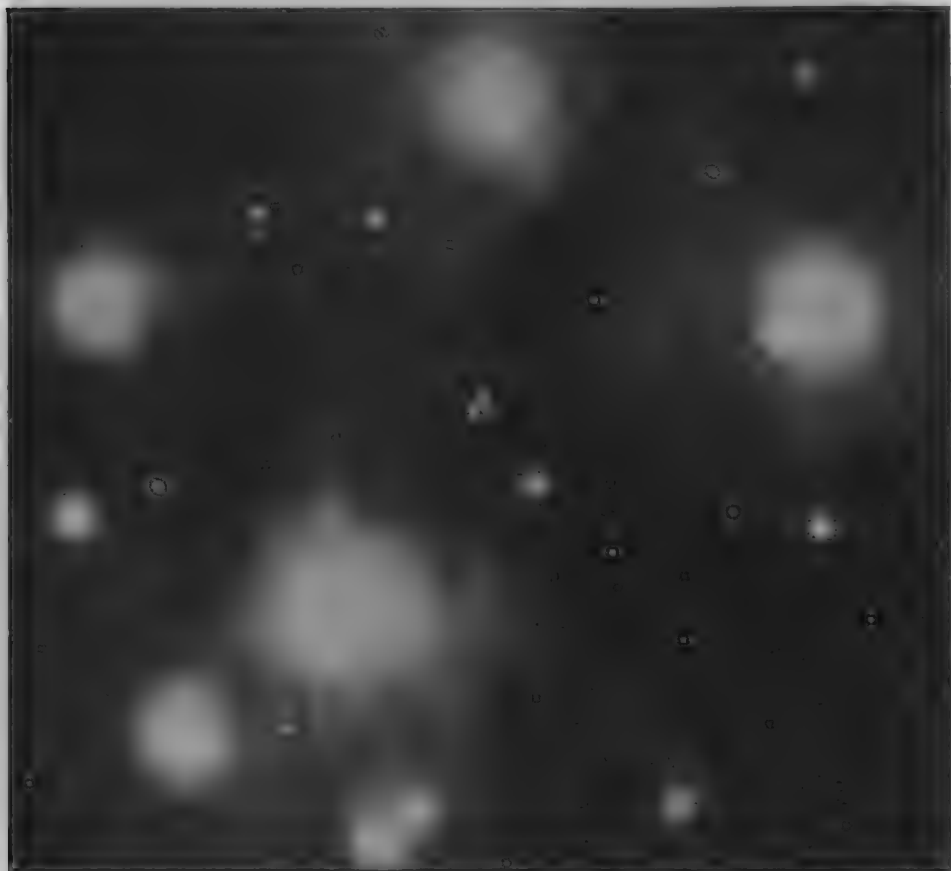


Рис. 256. Плеяды ($3^h 41^m$ и $+24^\circ 0'$). Фотографія Ликской обсерваторіи 28 дек. 1899 г. Экспоз. 4 ч. (Увелич. 2,1).

ихъ разстоянія отъ центра. Поэтому, и сила тяготѣнія атомовъ другъ къ другу и сила отталкиванія электроновъ (или атомныхъ остатковъ, сбросившихъ одинъ или нѣсколько такихъ электроновъ) должны дѣйствовать именно обратно пропорціонально квадратамъ разстоянія, какъ и показываетъ формула Ньютона для тяготѣющихъ тѣлъ и формула Кулона для электрическихъ факторовъ.

Изъ этого явно слѣдуетъ, что силы тяготѣнія и отталкиванія въ окружающей насъ вселенной не являются лишь односторонними отраженіями въ нашемъ „трехмѣрномъ“ сознаніи какихъ-то высшихъ

силъ, оказывающихся, на самомъ дѣлѣ, факторами, дѣйствующими въ недоступномъ для насъ пространствѣ четырехъ, пяти или болѣе измѣреній и только какъ бы бросающими свои тѣни въ доступное намъ пространство. Въ послѣднемъ случаѣ, всѣ подобныя силы ослабѣвали бы пропорціонально не квадратамъ, а кубамъ, четвертымъ степенямъ и т. д. разстоянія.

Дѣйствительно, въ плоскомъ двумѣрномъ пространствѣ на поверхности жидкостей всякіе центральные импульсы ослабѣваютъ пропорціонально простымъ разстояніямъ (какъ уменьшаются въ своей высотѣ, на водѣ, концентрическія окружности волнъ), а между тѣмъ полый шарикъ желѣза, влекомый магнитомъ, оказался бы плывущимъ по жидкости къ центру своего поля тяготѣнія по закону обратной пропорціональности квадратамъ разстоянія. Слѣдовательно, живущія въ этой плоскости воображаемыя существа тотчасъ убѣдились бы, что данное тѣло движется по законамъ не ихъ міра, а по законамъ высшихъ пространствъ — именно пространства трехъ измѣреній. Такъ могли бы поступить и мы, если бъ въ нашемъ сознаніи проносились не самостоятельныя реальности, а лишь слѣды болѣе полныхъ событій, совершающихся въ

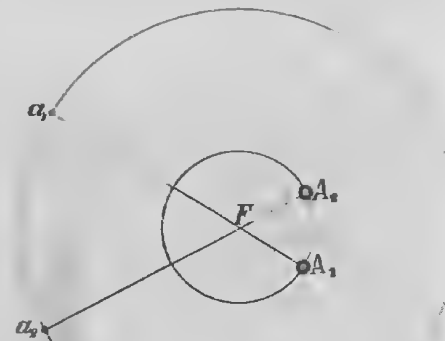


Рис. 257. Обращеніе двухъ свѣтилъ, изъ которыхъ А вътрое массивнѣе а, вокругъ общаго центра по орбитамъ, близкимъ къ кругу.

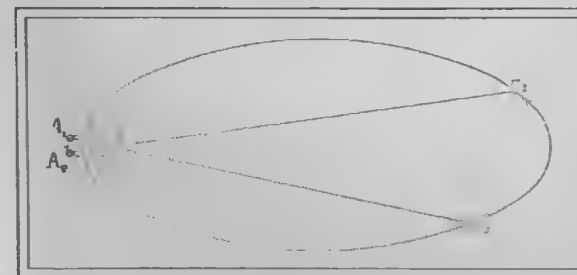


Рис. 258.

недоступныхъ намъ многомѣрныхъ пространствахъ. Въ предыдущемъ разборѣ движенія тѣлъ подѣ влияніемъ однихъ только силъ тяготѣнія или отталкиванія (безъ вмѣшательства сопротивленія среды или другихъ постоянныхъ факторовъ) мы всегда называли одно тѣло „притягиваемымъ“ или „отталкиваемымъ“, а другое „притягивающимъ“ или „отталкивающимъ“. Первое мы предполагали подвижнымъ и съ ничтожно малой массой, а второе какъ бы закрѣпленнымъ въ окружающей средѣ или настолько массивнѣе перваго, что собственными движеніями его, подѣ влияніемъ взаимнаго тяготѣнія, можно было бы пренебречь. Однако, въ системахъ небесныхъ свѣтилъ такой случай осу-

совершающихся въ недоступныхъ намъ многомѣрныхъ пространствахъ.

Въ предыдущемъ разборѣ движенія тѣлъ подѣ влияніемъ однихъ только силъ тяготѣнія или отталкиванія (безъ вмѣшательства сопротивленія среды или другихъ постоянныхъ факторовъ) мы всегда называли одно тѣло „притягиваемымъ“ или „отталкиваемымъ“, а другое „притягивающимъ“ или „отталкивающимъ“.

ществляется рѣдко, если отбросить изъ вниманія ихъ кометы и метеориты. Неправильно говорятъ, напримѣръ, что Луна обращается вокругъ Земли. Надо сказать: обѣ обращаются около общаго центра, хотя этотъ центръ и близокъ къ собственному центру Земли (онъ отстоитъ отъ него приблизительно на $\frac{1}{4}$ земного радіуса, и, слѣдовательно, всегда находится подъ земной поверхностью, какъ мы увидимъ далѣе). Однако, нетрудно показать, даже и просто графически, какъ въ предыдущихъ примѣрахъ, что всѣ вышеприведенные выводы примѣнимы и къ такому случаю. Представьте только, что на нашихъ правильныхъ многоугольникахъ (рис. 251 и 252) оба дѣйствующія другъ на друга тѣла находятся въ противоположныхъ углахъ и равны другъ съ другомъ по своимъ полямъ тяготѣнія. Вы увидите тогда, что оба они будутъ обращаться вокругъ того же самаго (теперь уже опустѣвшаго) центра, всегда оставаясь на противоположныхъ сторонахъ отъ него. Если же поля тяготѣнія не одинаковы, то орбита одного будетъ ближе къ центру, чѣмъ орбита другого: ихъ разстоянія до общаго центра всегда будутъ обратно пропорціональны ихъ полямъ тяготѣнія (или, какъ выражаются, ихъ ньютоніанскимъ массамъ, т.-е. ихъ полевызывающей энергіи) (рис. 257, 258).



Рис. 259.

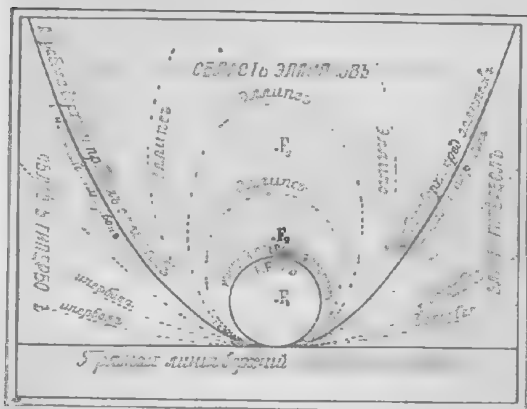
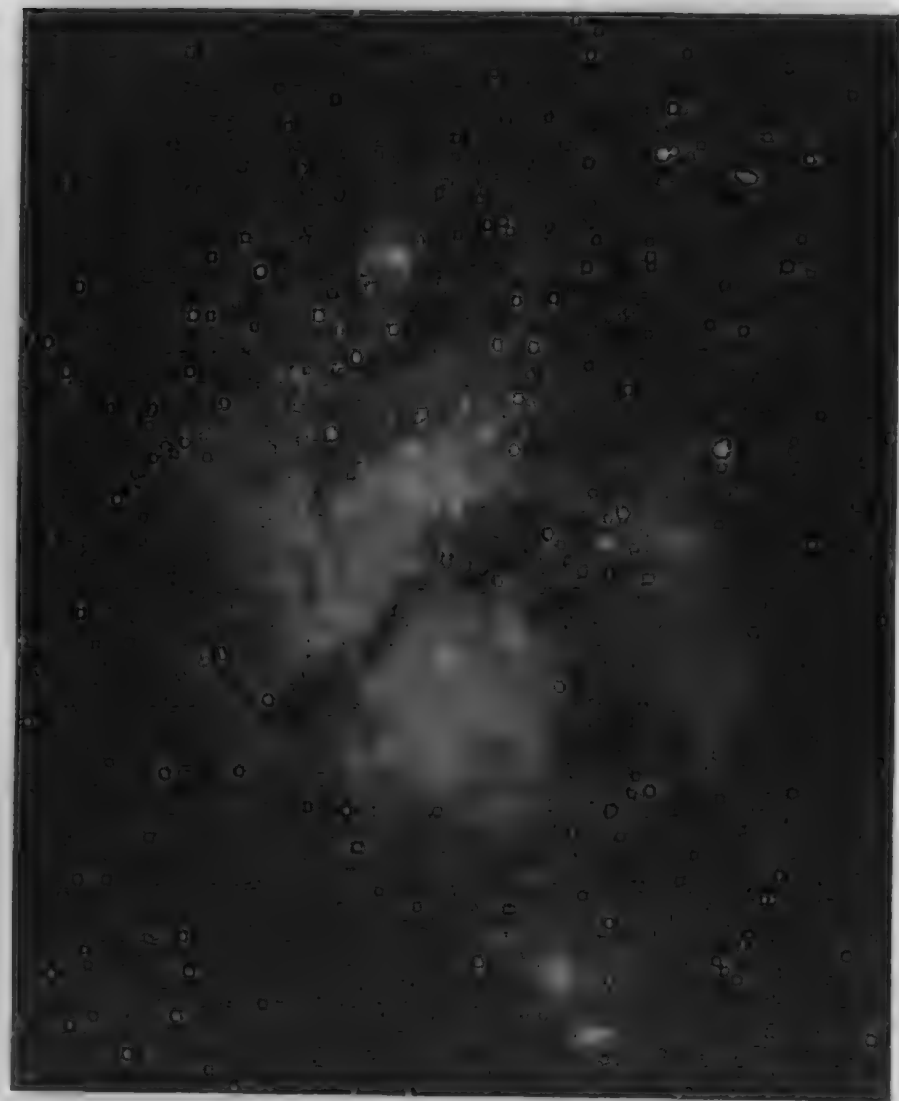


Рис. 260.

стоянныхъ спутниковъ другъ друга (рис. 257 и 258), или по гипербола (рис. 259), если они лишь временно встрѣтились въ міровомъ пространствѣ, и снова разойдутся навсегда. Въ каждомъ изъ этихъ случаевъ оба фактическіе эллипса (или гиперболы) будутъ подобны тому фиктивному эллипсу (или гипербола), большихъ размѣровъ, который

легко можно вывести и то обстоятельство, доказывавшееся до сихъ поръ лишь аналитически, что обращеніе двухъ тѣлъ подѣ влияніемъ силы, обратно пропорціональной квадратамъ разстоянія, будетъ фактически совершаться или по двумъ подобнымъ другъ другу эллипсамъ, въ общемъ фокусъ которыхъ (а уже не въ центрѣ) будетъ центръ обращенія, если оба тѣла составляютъ по-

казался бы намъ здѣсь существующимъ, если бѣ мы сочли одно изъ двухъ обращающихся около общаго центра тѣлъ неподвижнымъ въ центрѣ обращенія, другого, какъ его спутника. Радиусъ-векторъ такой фиктивной орбиты показался бы намъ суммой радиусовъ-векторовъ обѣихъ фактическихъ орбитъ, а во всемъ остальномъ фиктивная орбита была бы подобна имъ.



Движеній по кругу, по параболѣ, и по прямой линіи мимо другъ друга, фактически совсѣмъ не существуетъ въ мірѣ небесныхъ свѣтилъ, такъ какъ кругъ (рис. 260) есть лишь идеальныи предѣлъ округленія эллипса, парабола—идеальная граница между эллипсомъ и гиперболой, а прямая линія есть лишь крайній предѣлъ распрямленія вѣтвей гиперболы. А идеальныя, предѣльныя величины не

Рис. 261. Облаковидная туманность (17^h 57^m 43^s и —24^h 02^m 31^s) въ созвѣздіи Стрѣльца. Снимокъ въ Ликской обсерваторіи 7 іюля 1899 г. Экспоз. 4 ч (Увелич. 2).

могутъ осуществляться въ реальной природѣ среди безконечнаго числа заключенныхъ между ними практически возможныхъ случаевъ.

Таковы великіе законы обращенія двухъ тѣлъ въ свободномъ міровомъ пространствѣ, когда оба тѣла обладаютъ полями тяготѣнія или, по крайней мѣрѣ, хоть одно изъ нихъ, а другое представляетъ инертную массу, только подчиняющуюся полю перваго, хотя по внѣшности и влекущую его тоже къ себѣ, такъ какъ всякое ускоряющее дѣйствіе на инертную массу вызываетъ ея противоѣйствіе. Значитъ, когда инертная масса съ трудомъ передвигается въ центръ всасывающаго ее поля, будетъ ли оно гравитаціонное или вихревое, то поле само двигается къ ней и влечетъ съ собой поддерживающее его скопленіе физической энергіи въ своемъ центрѣ.

3. Законъ устойчивости тяготѣющихъ другъ къ другу міровъ.

Несравненно болѣе сложнымъ становится дѣло, когда вопросъ идетъ о видѣ орбитъ въ системахъ свѣтилъ, содержащихъ въ себѣ три или нѣсколько отдѣльныхъ компонентовъ. До конца XVIII вѣка задача эта оставалась совершенно не разрѣшенной, а между тѣмъ она чрезвычайно важна. Надо умѣть вычислять движеніе планетъ, время отъ времени проходящихъ сравнительно близко одна отъ другой, и потому замѣтно уклоняющихся, благодаря взаимному воздѣйствію, отъ своихъ обычныхъ путей. Надо вмѣстѣ съ тѣмъ рѣшить вопросъ первостепенной важности: устойчива ли наша солнечная система, или планеты, вліяя другъ на друга, медленно, но вѣрно, приводятъ ее къ разстройству, и, въ концѣ концовъ, та или другая планета будетъ выброшена вонъ въ міровое пространство или, наоборотъ, низвергнута на раскаленную поверхность общаго центральнаго свѣтила? Только Лапласу и Лагранжу удалось рѣшить эту великую задачу и найти два закона, обнаружившіе, что всѣ вліянія другъ на друга въ семьѣ изъ многихъ свѣтилъ и ихъ спутниковъ могутъ вызвать лишь временныя пертурбаціи въ ихъ движеніяхъ, лишь періодическія отклоненія отъ ихъ идеальныхъ скоростей и первоначальныхъ эллиптическихъ орбитъ.

Подобно тому, какъ маятникъ, выведенный изъ положенія своего равновѣсія, начинаетъ качаться, уклоняясь въ ту и другую сторону, такъ и въ системахъ небесныхъ свѣтилъ, вліянія ихъ другъ на друга не могутъ выбросить хотя бы малѣйшаго изъ членовъ семьи за ея предѣлы, а слѣдовательно (разсуждая обратнымъ порядкомъ), и вовлечь въ нее тѣло, которое къ ней прежде не принадлежало, если оно пришло изъ свободнаго пространства подъ однимъ дѣйствіемъ силъ тяготѣнія и ушло въ него, не подвергаясь при своемъ прохожденіи черезъ данную систему никакимъ столкновеніямъ съ находящимися въ ней встрѣчными массами, способными нарушить свободу его движенія, и если оно не подверглось тутъ никакимъ вліяніямъ, способнымъ увеличить его собственное поле тяготѣнія.

Первый изъ этихъ двухъ законовъ настолько важенъ и такъ часто игнорируется при объясненіи присутствія кометъ въ нашей солнечной системѣ, что на немъ нельзя не остановиться, тѣмъ болѣе, что онъ понятенъ для всякаго, кто хоть немного знаетъ элементар-



Рис. 262. Спиральная туманность ($20^h 32^m 48^s$ и $+59^\circ 48'$) въ созвѣздіи Цефея. Снимокъ въ Ликской обсерваторіи 7 авг. 1899 г. Экспоз. 4 ч. (Увел. 3,9).

ную математику. Дѣло въ слѣдующемъ. При кругообращеніи небесныхъ свѣтилъ играетъ первостепенную роль ихъ среднее разстояніе отъ центральнаго свѣтила, т.е. средній радіусъ-векторъ, который при эллиптическихъ орбитахъ имѣетъ нѣкоторую опредѣленную конечную величину (всегда равенъ половинѣ ихъ большой оси), а при гиперболѣ и при параболѣ безконечно великъ, такъ какъ идущее

по такимъ орбитамъ свѣтило приходитъ изъ безконечности и снова уходитъ въ нее. Не менѣе важны и эксцентрицитеты, т.е. отношенія разстоянія между фокусами данныхъ орбитъ къ длинѣ ихъ большой оси (отношеніе a/b) (рис. 263).

Понятно, что у круга это отношеніе (или эксцентрицитетъ) равно нулю, такъ какъ у него оба фокуса слились вмѣстѣ, и разстояніе между ними нуль. У эллипсовъ оно представляетъ правильную дробь, такъ какъ разстояніе между фокусами тамъ всегда меньше длины оси (черт. 263). У параболы, представляющей безконечно растянутый эллипсъ, эксцентрицитетъ всегда равенъ единицѣ, такъ какъ при ея неизмѣримо большой длинѣ оба конечныя разстоянія между ея вершинами и ея большой осью могутъ быть отброшены изъ счета, и въ результатѣ междуфокусное разстояніе a окажется такимъ же, какъ и b , и отношеніе между ними будетъ равно единицѣ:

$$a/b = \infty/\infty = 1$$

У гиперболъ эксцентрицитетъ всегда больше единицы, потому что въ ея сопряженныхъ вѣтвяхъ (A_1 и A_1 ; B_1 и B_1 и т. д.) (рис. 264) разстояніе a между фокусами (F_1 , F_1 ; F_2 , F_2 и т. д.) всегда больше разстоянія b между вершинами вѣтвей въ каждой парѣ, и увеличивается въ зависимости отъ величины окончательнаго угла расхожденія концовъ каждой вѣтви. Когда эти концы, постепенно выпрямляясь, будутъ близки къ прямымъ линіямъ (A_1 , A_1) отношеніе a/b , очевидно, будетъ близко къ безконечности.

Для пониманія формулы Лагранжа объ устойчивости солнечной системы намъ нужно только знать, что эксцентрицитеты у эллипсовъ всегда болѣе 0 и менѣе 1, а у гиперболъ болѣе 1 и менѣе безконечности. Тогда, обозначивъ эти элементы орбитъ у нѣсколькихъ постоянно обращающихся вокругъ общаго центра свѣтилъ черезъ e_1 , e_2 , и т. д., принявъ среднія разстоянія этихъ свѣтилъ черезъ r_1 , r_2 , r_3 и т. д., а ихъ массы черезъ m_1 , m_2 , m_3 и т. д., Лагранжъ нашелъ, что сумма ихъ произведеній равна всегда какой-либо постоянной конечной величинѣ C , характеризующей данную систему, т.е., выражаясь математически,

$$m_1 e_1^2 r_1^{\frac{1}{2}} + m_2 e_2^2 r_2^{\frac{1}{2}} + m_3 e_3^2 r_3^{\frac{1}{2}} + \dots = C$$

гдѣ C — именованная величина размѣра $ML^{\frac{1}{2}}$ въ абсолютныхъ единицахъ¹⁾.

¹⁾ Въ моей переработкѣ съ энергетической точки зрѣнія эта формула приводится къ болѣе рациональному виду $\sum V(m q r . e^2) = V C$, гдѣ C есть актио-

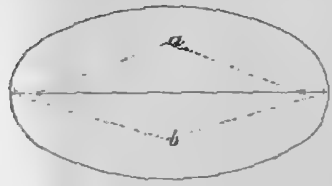


Рис. 263.

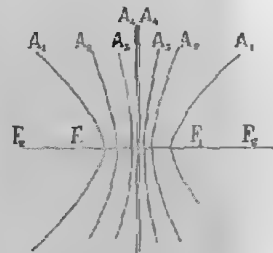


Рис. 264. Рядъ парныхъ гиперболическихъ вѣтвей, приближающихся къ прямой линіи $A_1 A_1$ какъ предѣлу при постепенномъ увеличеніи.

Предположимъ, что одно изъ этихъ свѣтилъ, напимѣръ, первое m , выброшено изъ своей системы, т.е. уходитъ въ наименьшемъ предѣльномъ случаѣ по параболѣ, тогда эксцентрицитетъ его будетъ равенъ 1 (а если по гиперболѣ, еще болѣе), а среднее разстояніе r будетъ безконечно велико. Тогда константа C этой системы можетъ сохранить свое конечное значеніе лишь при допущеніи, что ньютоновская масса m , даннаго свѣтила обратилась въ нуль, т.е. свѣтило совсѣмъ потеряло свое тяготѣніе. Иначе, сумма C всѣхъ слагаемыхъ будетъ здѣсь меньше одного изъ нихъ, что представляетъ абсурдъ. Точно такъ же и наоборотъ. Если мы причислимъ къ какой-либо семьѣ свѣтилъ, хотъ одно, къ ней не принадлежащее, т.е. пришедшее изъ безконечно далекаго разстоянія, но обладающее нѣкоторой, хотъ и очень малой, ньютоновской массой, то константа C такой системы сейчасъ же окажется безконечно великой, такъ какъ одно изъ среднихъ разстояній (напимѣръ r_1) станетъ безконечно большимъ. Вотъ почему, никакой осколокъ взорвавшегося свѣтила (такъ называемой новой звѣзды), летя въ пространствѣ, не можетъ быть завлеченъ въ солнечную систему, какъ постоянный ея спутникъ, однимъ дѣйствіемъ ея собственныхъ компонентовъ, если, подходя къ ней, онъ имѣлъ нѣкоторую инертную массу, т.е. шелъ ускорительно подъ дѣйствіемъ суммы полей притяженія солнца и всѣхъ его планетъ. Онъ непремѣнно снова будетъ выброшенъ изъ нея, хотъ бы и описавъ внутри данной системы какую-либо очень сложную кривую. Другое дѣло, если онъ, путемъ тренія въ окружающей солнце или всю солнечную систему средѣ или путемъ столкновенія съ ея метеоритами, потерялъ часть приобрѣтенной имъ скорости, или его инертная масса, содержа въ себѣ какія-либо отталкивающиеся отъ солнца вещества, потеряла ихъ (т.е. выпустила въ видѣ хвоста) отъ дѣйствія солнечнаго жара или давленія окружающей солнце междупланетной среды, и этимъ сдѣлала его тяготѣющимъ къ солнцу изъ совершенно нейтральнаго. Тогда онъ можетъ запутаться въ солнечной системѣ и остаться въ ней навсегда.

Отсюда видно, что, съ точки зрѣнія законовъ Лагранжа и Лапласа, комета, принадлежащая къ солнечной системѣ, подвергаясь дѣйствію проходящихъ мимо планетъ и сама дѣйствуя на нихъ, можетъ только перемѣнить свою сильно эксцентричную орбиту на мало эксцентричную, т.е. сократить свое среднее разстояніе отъ солнца (большую полуось), но все это лишь въ конечныхъ размѣрахъ и притомъ съ колебательнымъ періодическимъ характеромъ, то расширяя, то суживая свой эллипсъ черезъ тотъ или другой, иногда огромный періодъ

тринескій факторъ, т.е. константа радіаціи тяготѣнія въ абсол. единицахъ, и, кромѣ того, m — механическая масса, а q — константа ея поля (см. мою „Основы качественного физико-математическаго анализа“). Второй законъ устойчивости получается изъ этого перваго, путемъ замѣны эксцентрицитетовъ e_1 , e_2 , e_3 и т. д. углами наклоненія ϑ плоскостей орбитъ въ какой-либо неизмѣнной плоскости, т.е.

$$m_1 b_1^2 r_1^{\frac{1}{2}} + m_2 b_2^2 r_2^{\frac{1}{2}} + m_3 b_3^2 r_3^{\frac{1}{2}} + \dots = C$$

времени. Такимъ образомъ, семь небесныхъ свѣтилъ абсолютно устойчивы, если мировая среда, въ которой онѣ возникаютъ, абсолютно скользка, т.-е. не оказываетъ движенію ихъ атомовъ никакого сопротивленія, и если константа (K въ форм. 1 и 2) ньютоновскаго тяготѣнія не измѣняется. Но въ такомъ случаѣ, не можетъ быть никакой эволюціи звѣздныхъ системъ, а слѣдовательно, и исторіи ихъ развитія. Не будучи въ состояніи разрушиться, онѣ не могли бы и возникнуть. Онѣ должны существовать вѣчно.

А однако, все, что мы видимъ, обнаруживаетъ передъ нами обратное. И прежде всего указываетъ намъ на эту эволюцію мировъ теорія того же Лапласа относительно ихъ возникновенія изъ туманныхъ скопленій первоначальнаго вещества. Что такое туманное вещество? Это — рой мельчайшихъ частичекъ, носящихся отдѣльно одна отъ другой. Въ замкнутомъ пространствѣ, какъ мы видѣли уже въ отдѣлѣ „Механическіе процессы“, упругія частицы газовъ носятся по всѣмъ направленіямъ и, сталкиваясь со стѣнками заключающаго ихъ сосуда, отскакиваютъ обратно, встрѣчаются другъ съ другомъ и снова отскакиваютъ къ стѣнкамъ, производя цѣлый хаосъ движеній.

Въ свободномъ небесномъ пространствѣ никакихъ стѣнокъ нѣтъ, но большія скопленія движущихся тамъ газовъ (которые издали намъ кажутся облачными вслѣдствіе своей неполной прозрачности) должны стягиваться къ общему центру силами тяготѣнія и удерживаться ими отъ безконечнаго разсѣянія не хуже, чѣмъ стѣнками сосуда, если ихъ температура не слишкомъ высока. При этомъ всякое скопленіе, въ которомъ силы тяготѣнія преобладаютъ надъ силами разсѣянія, должно (какъ мы уже упоминали въ предыдущей главѣ) принимать рано или поздно сферическую форму или форму эллипсоида вращенія. Но сферическая форма возможна лишь въ томъ случаѣ, если несущаяся въ мировомъ океанѣ туманность возникла изъ него, несмотря на свое поступательное движеніе въ немъ, концентрически равномерно, и если всѣ ея частицы двигались въ этомъ океанѣ параллельными путями, съ тѣми же самыми скоростями, и не подвергались никакимъ отклоненіямъ вслѣдствіе тяготѣнія къ окружающимъ свѣтиламъ или ихъ системамъ, а этотъ случай, очевидно, совсѣмъ невѣроятенъ. Вотъ почему мы и видимъ на небѣ всѣ правильныя туманности, гдѣ тяготѣніе преобладаетъ надъ взаимнымъ отталкиваніемъ молекулъ не въ формѣ шаровъ, а исключительно въ формѣ эллипсоидовъ вращенія, которая обязательна, если равномерности возникновенія и согласія въ движеніи молекулъ не было, а слѣдовательно, при сближающемъ дѣйствіи силъ тяготѣнія, слагающая всѣхъ молекулярныхъ движеній направилась не прямо къ центру тяжести всего скопленія, а, болѣе или менѣе, мимо него, и потому вызвала вращеніе.

Въ предыдущей главѣ мы уже имѣли поводъ показать, что въ этомъ послѣднемъ случаѣ, даже и при очень медленномъ вращеніи, на далекихъ разстояніяхъ отъ центра, возникаетъ, наконецъ, такая угловая скорость, при которой центробѣжная сила въ экваторіаль-

ной области туманнаго скопленія беретъ верхъ надъ силой тяготѣнія къ центру, и отъ экватора туманности отдѣляются одна за другой, наиболѣе скорыя молекулы, которыя и располагаются надъ этой областью въ видѣ кольца, совершенно такъ же, какъ, на примѣръ, въ маленькой газообразной „планетарной“ туманности, находящейся за созвѣздіемъ Андромеды (рис. 265).

Прекрасный провѣрочный опытъ, сдѣланный въ подтвержденіе этой теоріи французскимъ ученымъ Плато путемъ вращенія капли прованскаго масла, былъ уже подробно описанъ въ отдѣлѣ „Механическіе процессы“ (см. стр. 33), и потому мы здѣсь не будемъ на немъ останавливаться. Мы замѣтимъ только, что въ небесномъ пространствѣ мы находимъ огромное число туманностей, отдѣлившихъ кольца по этому самому закону (рис. 242, на стр. 613. и др.). Однако, явная періодичность образованія подобныхъ колецъ, съ послѣдовательными остановками послѣ каждого, когда туманность, очевидно, сгущалась нѣкоторое время безъ преобладанія центробѣжной силы надъ силой тяготѣнія, показываетъ, что здѣсь имѣютъ мѣсто и другіе факторы, которые попеременно нарушаютъ у небесныхъ свѣтилъ равновѣсіе центростремительныхъ и центробѣжныхъ силъ. Это особенно становится яснымъ, когда переходимъ отъ туманностей къ кольцеванію уже сложившихся свѣтилъ, какъ, на примѣръ, къ Сатурну, то же видѣвшему около себя систему колецъ, указывающихъ, что эта планета находится теперь въ періодѣ рожденія своихъ новыхъ спутниковъ. Здѣсь образованіе колецъ, даже не касаясь ихъ рѣзкой раздѣльности, уже прямо не можетъ быть объяснено отслоеніемъ частицъ отъ экваторіальныхъ областей ея низко лежащей атмосферы, такъ какъ сила тяготѣнія послѣднихъ къ планетѣ во много разъ превосходитъ центробѣжную. А между



Рис. 265. Планетарная туманность ($23^h 21^m 5^s$ и $+41^\circ 59' 2''$) за созвѣздіемъ Андромеды. 5 снимковъ Ликинской обсерв. 5 сент. 1899. Экспоз. 10 сек., 20 сек., 30 сек., 1 ч. и 2 ч. (Увел. 17).

тѣмъ, съ перваго взгляда на изображеніе Сатурна (прил. къ стр. 650) видно, что его кольца образовались по тѣмъ же законамъ, какъ и въ туманностяхъ на небѣ, какъ и въ опытѣ Плато въ нашихъ физическихъ кабинетахъ. Объясненіе ихъ возможно лишь при допущеніи, что къ центробѣжной силѣ отслоившихся частицъ присоединились здѣсь еще какія-то временно возникавшія на Сатурнѣ отталкивающія силы, въ родѣ электрическихъ. Въ такомъ случаѣ, ими же должно всегда сопровождаться и кольцеваніе остальныхъ небесныхъ свѣтилъ. Если же этого нѣтъ, то приходится допустить, что у самой планеты происходятъ по временамъ періодическія колебанія ея поля тяготѣнія, при сохраненіи той же матеріальной массы. А это было бы возможно лишь въ томъ случаѣ, если бы удалось когда-нибудь доказать, что уже разобранныя нами выше константа тяготѣнія въ формулѣ Ньютона не имѣетъ абсолютно неизмѣннаго значенія, что ньютоновскія массы не всегда тождественны съ механическими массами.

Итакъ, эволюція свѣтилъ и ихъ системъ объясняется лишь тѣмъ, что ихъ міровая жизнь управляется не однѣми силами тяготѣнія, а также и рядомъ другихъ возникающихъ въ нихъ физическихъ факторовъ, каковы: свѣтовые, электромагнитныя и химическія силы, а также, безъ сомнѣнія, и сложныя явленія органической жизни, которыя развиваются на всѣхъ свѣтилахъ, въ опредѣленіи періода ихъ жизни, по общимъ законамъ міровой эволюціи.

До сихъ поръ въ этомъ отношеніи изслѣдована нами только одна изъ планетъ вселенной—Земля. Но представляя собою не какое-нибудь еще невиданное чудо вселенной, а самую обычную планету, она намъ служитъ яркимъ образчикомъ того, чѣмъ въ соответствующихъ періодахъ развитія должны характеризоваться и другія свѣтила.

Съ этой точки зрѣнія, всѣ біологическіе, психологическіе и социальные законы, которые читатель найдетъ въ слѣдующихъ книгахъ „Итоговъ Науки“, также справедливы и для всей безчисленности свѣтилъ, которыя проходятъ, проходили или будутъ проходить черезъ ту же самую фазу развитія, въ какой находится и наша Земля.

По законамъ органической жизни и по ея типамъ на земномъ шарѣ мы должны судить о законахъ и типахъ органической жизни и на всѣхъ другихъ свѣтилахъ, хотя видовыя проявленія органической жизни могутъ быть почти безконечно разнообразны. По законамъ жизни свѣтилъ и ихъ типамъ въ солнечной системѣ мы должны судить о жизни свѣтилъ и о ихъ типахъ во всѣхъ другихъ такихъ же системахъ, хотя каждая изъ этихъ системъ и будетъ отличаться своими собственными индивидуальными особенностями строенія. И, наконецъ, по строенію нашего Млечнаго пути мы должны судить и о строеніи безчисленности другихъ небесныхъ архипелаговъ въ безконечности вселенной и охватить нашимъ умомъ и всю эту безконечность.



„Итоги науки“.

Сатурнъ 6 ноября 1909 г. въ 20 час. 30 мин.

Рисунокъ Антоніади. Видъ въ большой Мёдонскій экваторіаль.

Изъ 7-го „Міръ“.



Земля въ пространствѣ. Рисунокъ XVIII вѣка.

III.

Земля и Луна—двойная планета.

1. Общая характеристика.

Начнемъ съ низшей ступени этой великой лѣстницы, ведущей насъ въ небеса, и рассмотримъ болѣе детально физическое строенье хоть одного изъ миллионовъ свѣтилъ вселенной. Но какое же изъ нихъ мы знаемъ лучше нашей Земли? И вотъ, эта самая планета оказывается въ то же время и двойной, совершенно такой же, какъ и множество двойныхъ звѣздъ неодинаковой величины, наблюдаемыхъ нами на небѣ.

Дѣло въ томъ, что Луна, спутница Земли, настолько велика по діаметру, что можетъ быть названа лишь ея меньшей сестрой, а никакъ не дочерью. Поперечникъ Луны составляетъ 0,27 долю поперечника Земли, т.-е. болѣе четвертой его части, и понятно, что количество вещества, необходимое для такого шара, не могло отдѣлиться путемъ кольцеванья отъ первоначально сформировавшейся Земли. Во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ мы имѣемъ дѣло съ истинными спутниками, напримѣръ, у Марса, Юпитера, Сатурна и Урана, съ истинными дѣтьми своей планеты (что доказывается тѣмъ, что ихъ нѣсколько около нея), ихъ поперечники не достигаютъ и двадцатой доли поперечника своей матери, а не только четвертой, какъ у Луны. Даже спутникъ Нептуна съ діаметромъ около $\frac{1}{18}$ доли діаметра своей планеты, и тотъ долженъ считаться скорѣе братомъ-близнецомъ, чѣмъ сыномъ Нептуна.

Почти нѣтъ никакого сомнѣнія, что Луна образовалась одновременно съ Землей изъ того же самага туманнаго кольца, которое отдѣлилось отъ первобытнаго солнца или замѣнявшей его туманности. Но это кольцо разорвалось, не въ одномъ мѣстѣ, какъ бываетъ при образованіи одинокаго свѣтила, а сразу въ двухъ, вслѣдствіе чего и произошли двѣ планеты-сестры, какъ это часто случается и съ каплями прованскаго масла при опытѣ Плато. Очень вѣроятно, что въ первое время и эволюція обоихъ свѣтилъ шла болѣе или менѣе параллельно, но потомъ Луна истратила или почти истратила свою первоначальную газовую атмосферу, изъ которой осыпались внизъ ея современные поверхностные слои, а потому метеорологическая и непутическая дѣятельность на ней теперь совершенно прекратилась.

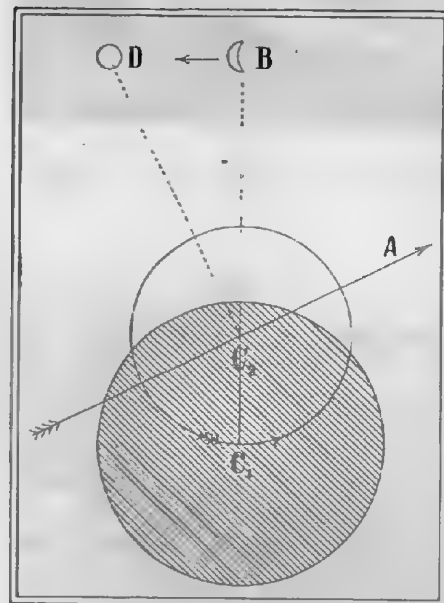


Рис. 266. Земля и ея орбита вокругъ общаго съ Луною центра тяготѣнія. C_1 —центръ Земли. C_2 —центръ ея Лунной орбиты. A —направленіе общаго ихъ пути кругомъ солнца. D —солнце вдали. B —луна вдали (оригин. рисунокъ автора).

Мы видимъ на Лунѣ многочисленные слѣды атмосферической или подобной ей по результатамъ дѣятельности, хотя бы въ террасахъ и дюнахъ, окаймляющихъ берега ея болѣе темныхъ и ровныхъ пространствъ, называемыхъ морями, но не находимъ ни облаковъ, ни разницы въ полярныхъ и экваторіальныхъ странахъ, къ которой неизбѣжно привело бы существованіе даже невысокой атмосферы, аналогичной по своему составу съ той, какую мы видимъ на землѣ. Кромѣ того, и ландшафтъ обѣихъ сестеръ-планетъ совершенно различенъ: вмѣсто длинныхъ горныхъ цѣпей, опоясывающихъ по разнымъ направлениямъ земной шаръ, мы видимъ на Лунѣ болѣею частью кольцеобразныя впадины, называемыя цирками.

Движеніе въ пространствѣ нашей планетной пары представляетъ изъ себя самую изящную волнистую очертанія. Прежде всего надо помнить, что по эллиптической орбитѣ обращается вокругъ солнца только центръ тяготѣнія обоихъ свѣтилъ, а обѣ планеты дѣлаютъ вокругъ него оборотъ въ продолженіе каждыхъ 27,32166 дней. Этотъ центръ обращенія отстоитъ отъ центра Луны, въ среднемъ, около 377 тысячъ километровъ, а отъ центра Земли лишь около 4.700, т.-е. находится всегда подъ земной поверхностью приблизительно на 0,26 части (около $\frac{1}{4}$) земнаго радіуса. Такую маленькую орбитку описываетъ Земля въ продолженіе каждыхъ 27,32166 дней, благодаря своему тяготѣнію къ лунѣ!

Центръ ея орбиты всегда заслоненъ собственной массой Земли. Происходящее отсюда колебаніе Земли то взадъ, то впередъ, то въ одну, то въ другую сторону не превосходитъ, въ среднемъ, 9.400 километровъ въ полмѣсяца.

2. Приливныя взаимодействія Земли и Луны. Участіе въ нихъ Солнца и Великаго центра звѣздныхъ орбитъ.

Понятно, что вышеприведенную скорость нельзя назвать значительной. И однако же, въ результатъ своихъ качаній, хотя они и очень плавны, Земля слегка расплескиваетъ воду океановъ. Происходитъ это такимъ образомъ. Части земной поверхности, обращенныя къ Лунѣ, т.-е. болѣе къ ней близкія, естественно подвергаются болѣе сильному ея притяженію, и потому, если на нихъ есть скопленія жидкостей, которыя могутъ двигаться независимо отъ остальной твердой массы планеты, то онѣ переливаются въ этомъ направленіи, спѣша пройти болѣе среднихъ 9.400 километровъ въ полмѣсяца. И наоборотъ, области земной поверхности, болѣе отдаленныя отъ Луны, подвергаются меньшему ускоренію къ ней и стремятся пройти къ Лунѣ менѣе этого пространства. Если бы тяготѣніе всѣхъ молекулъ Земли къ ея центру не сдерживало такихъ стремленій, то Земля диссоциировалась бы на отдѣльно летящія частички своихъ веществъ, какъ это мы и видимъ у кометъ въ перигелии, гдѣ относительныя разстоянія отъ Солнца болѣе близкихъ и болѣе далекихъ частей кометнаго ядра становятся настолько неодинаковы, что разница въ скоростяхъ ихъ движенія къ Солнцу не можетъ уже уравниваться ихъ притяженіемъ къ центру кометы, и ядро кометы вытягивается и отчасти диссоциируется. Но у Земли тяготѣніе наружныхъ слоевъ къ ея центру настолько велико, что не позволяетъ оторваться поверхностнымъ молекуламъ океановъ и атмосферы, и онѣ только свободно переливаются въ томъ и другомъ направленіи (какъ показано на рис. 267) къ Лунѣ (B) отъ собственнаго ускоренія вслѣдствіе близости къ ней, и отъ Луны (C) вслѣдствіе того, что самъ Земной шаръ, болѣе близкій къ Лунѣ, сильнѣе стремится двинуться къ ней и оставляетъ сзади себя воду и атмосферу, какъ тазъ съ жидкостью, который вы быстро двигаете въ бокъ, заставляя воду каждый разъ прихлынуть къ противоположной сторонѣ. Если бы Земля была обращена къ Лунѣ всегда той же самой стороной, то, вслѣдствіе плавности луностремительнаго движенія Земли, это произвело бы только болѣе наплывъ воды и воздуха на обращенную къ Лунѣ и отверженную отъ нея часть Земнаго шара. Такъ именно и обстоитъ дѣло на Лунѣ, гдѣ дѣйствіе Земли вызвало два статическихъ прилива и придавало Лунѣ форму овальнаго яйца, направленнаго къ намъ своей длинной осью, которая, впрочемъ, лишь немного больше остальныхъ ея двухъ осей. На Землѣ же происходитъ совсѣмъ иное. Она вертится подъ своими двумя приливами, совершая полный оборотъ по отно-

шенію къ Лунѣ въ среднемъ почти въ каждые 24 часа 51 минуту (максимально 25 час. 2 мин. и минимально 24 часа 42 минуты, тогда какъ звѣздное обращеніе Земли продолжается лишь 23 часа 56 мин.). Земля ударяетъ при этомъ своими континентами, островами и возвышенностями экваторіальныхъ и умѣренныхъ странъ въ эти постоянно возобновляемыя приливныя выпуклости. Расплескивая ихъ своими берегами, она производитъ при этомъ въ прибрежныхъ мѣстахъ непропорціонально сильныя подъемы воды (рис. 268).

Къ такому притягательному дѣйствию Луны присоединяется еще и притягательное вліяніе Солнца, которое увеличиваетъ на одну треть пару лунныхъ приливныхъ волнъ, если Солнце дѣйствуетъ согласно съ Луной, какъ это бываетъ въ новолунія и полнолунія, и уменьшаетъ оба лунные прилива, если его вліяніе направлено поперекъ дѣйствія Луны. Теоретически выводится, что въ одиночку Луна

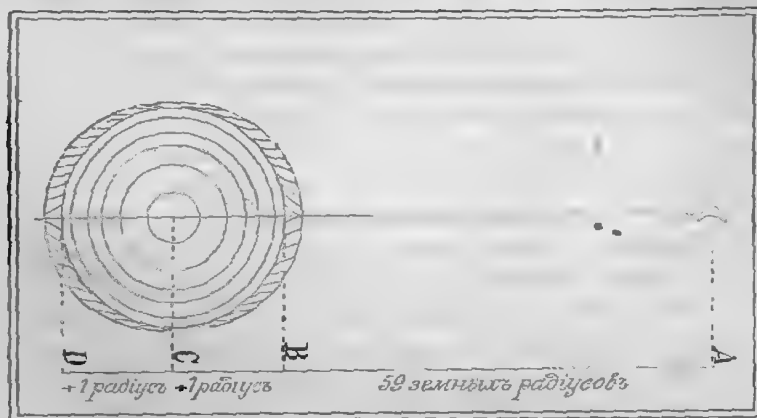


Рис. 267. Механическая причина приливовъ (оригин. рисунокъ автора).

вызвала бы надъ экваторомъ двѣ выпуклости воды, каждая съ небольшимъ въ 50 сантиметровъ высоты, а Солнце прибавило бы къ ней лишь съ небольшимъ 20 сантиметровъ, такъ что максимальная приливая волна не превосходила бы 70 сантиметровъ высоты. Такая ничтожность дѣйствія Солнца, несмотря на его громадную величину, объясняется не только его огромной отдаленностью, но и тѣмъ, что величина земного діаметра становится уже совершенно ничтожной по отношенію къ такому разстоянію. Благодаря этому, разница въ притяженіи Солнцемъ ближайшихъ къ нему мѣстъ земной поверхности и дальнѣйшихъ сравнительно невелика, а мы уже знаемъ, что приливныя волны обуславливаются только такой разницею, а не абсолютной величиной притяженія. Математическій анализъ показываетъ, что приливовозбуждающее дѣйствіе поля тяготѣнія (кромѣ другихъ силъ, развивающихся при сильномъ сближеніи тѣлъ) прямо пропорціонально „астрономической массѣ m “ притягивающаго центра

и обратно пропорціонально квадрату его разстоянія и отношенію діаметра L_1 свѣтила, рассматриваемаго какъ притягиваемое, къ этому же самому разстоянію L , т.-е.

$$f = L_1 m / L^2.$$

Вотъ почему, хотя дѣйствіе Солнца и превосходитъ у насъ въ 200 разъ дѣйствіе Луны, однако его приливовозбуждающая сила равна только $\frac{1}{8}$ лунной.

Всѣ эти выводы и оправдываются приблизительно на земныхъ приливахъ въ открытомъ океанѣ. Въ прибрежныхъ же мѣстахъ вы-



Рис. 268. Маскарé въ Кодбекѣ на Сентъ, во Франціи. Приливныя волны несутся со взморья навстрѣчу теченію рѣки.

сота приливной волны иногда разъ въ 20 превышаетъ нормальную вслѣдствіе сосредоточивающей воду конфигураціи морского дна и береговъ, при чемъ замѣчается всегда и сильное запаздываніе приливовъ.

Взглянемъ, на примѣръ, на карту береговъ Франціи и Англіи (рис. 269). Приливая волна подходитъ къ нимъ черезъ три часа послѣ прохожденія Луны черезъ меридіанъ даннаго мѣста по линіи III (при чемъ III и обозначаетъ запозданье на 3 часа). Затѣмъ она дробится на двѣ волны, изъ которыхъ одна (IV, внизу) ударяетъ въ западный берегъ Франціи черезъ четыре съ небольшимъ часа послѣ прохожденія Луны, а другая (IV, вверху) вливается въ проливы между Франціей и Англіей и между Англіей и Ирландіей (рис. 269).

Послѣдовательныя цифры III, IV и т. д. показываютъ намъ и дальнѣйшія детали движенія этой волны по обоимъ проливамъ. Мы видимъ, что только черезъ 12 часовъ послѣ прохожденія Луны черезъ меридіанъ, т.-е. когда должна бы наступить уже вторая приливная волна, эта первая успѣваетъ перейти черезъ самое узкое мѣсто Ламанша въ Калэ (Calais) и тутъ встрѣчается съ обходной волной



Рис. 269. Карта движенія приливной волны у береговъ Англіи. III—волна въ 3 ч. дня. IV—въ 4 ч. дня и т. д. Начиная съ 6 ч., мы видимъ ея раздвоеніе на Ламаншскую и Ирландскую. А около Дункерка, противъ Лондона, видимъ встрѣчу двухъ волнъ, Сѣверной и Южной, около XII ч. ночи.

того же самаго прилива, уже обогнувшего съ сѣвера Англію и врывающагося сюда черезъ Нѣмецкое море. Мы видимъ, что здѣсь происходитъ каждыя сутки въ полномъ смыслѣ расплескиваніе прилива на окружающіе его берега, какъ воды во всколыхнувшемся тазѣ. Причины послѣдовательнаго мѣстнаго запозданія становятся здѣсь тоже совершенно ясны. Они происходятъ отъ вліянія дна и береговъ, а потому обычное замедленіе приливовъ часа на 3 въ открытомъ океанѣ мы можемъ приписать чисто географическимъ причинамъ и внутреннему тренію самой воды, а не причинамъ астрономическимъ, хотя и послѣднія могутъ имѣть мѣсто.

Точно такъ же и то обстоятельство, что приливы бываютъ особенно велики въ мартѣ и въ сентябрѣ, т.-е. максимумъ ихъ совпадаетъ съ равноденствіемъ, довольно хорошо объясняется тѣмъ, что

ось вращенія Земли находится тогда какъ разъ перпендикулярно къ дѣйствию Солнца и Луны. При этомъ лишь необходимо допустить, что увеличеніе приливовъ при равноденствіяхъ должно характеризовать особенно экваторіальныя страны. Въ умѣренныхъ же странахъ, какъ сѣверныхъ, такъ и южныхъ, въ ихъ лѣтнее время, дневная приливная волна должна преобладать надъ ночной въ новолунія и полнолунія, а въ зимнее время наоборотъ. Это и показано на рисункѣ 270 для зимы въ сѣверномъ умѣренномъ поясѣ, при чемъ согласное дѣйствіе Солнца и Луны направлено такъ, что влечетъ воду къ южному тропику днемъ (см. возвышеніе $y-45^\circ$ на той половинѣ земного шара, которая обращена къ Солнцу), а ночью къ сѣверному тропику (возвышеніе $y+45^\circ$ на той половинѣ, которая отвернулась отъ Солнца). Отсюда и очевидно, что во время сѣверной зимы должны преобладать, какъ мы сейчасъ сказали, ночные приливы въ сѣверныхъ умѣренныхъ странахъ, а въ южныхъ, гдѣ тогда лѣто, должны преобладать дневные.

То же самое должно относиться и къ приливамъ атмосфернымъ. Эти приливы, несомнѣнно, существуютъ вверху, хотя и не могутъ

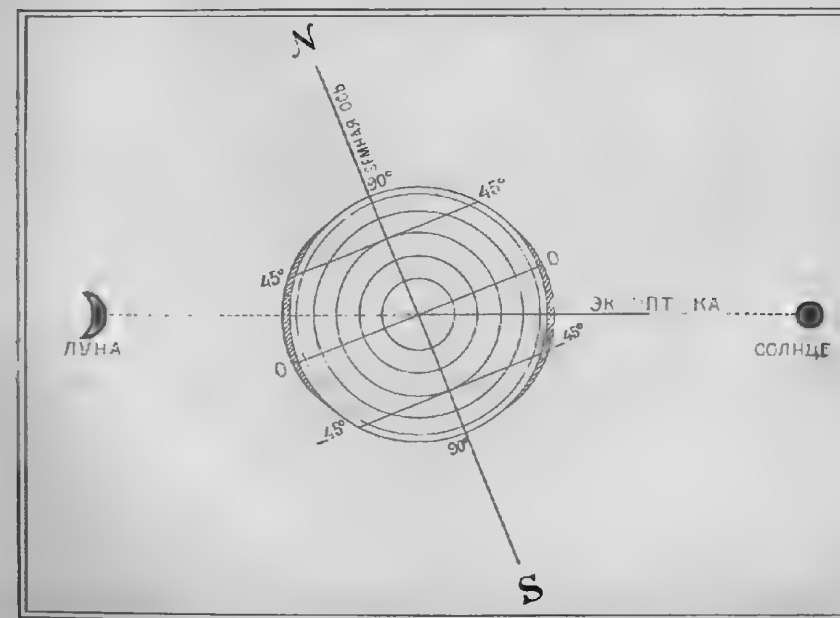


Рис. 270. Теоретическое преобладаніе дневныхъ приливовъ надъ ночными на параллели -45° , гдѣ лѣто, и ночныхъ надъ дневными, на параллели $+45^\circ$, гдѣ зима (оригин. рисунокъ автора).

быть измѣрены барометромъ, потому что насколько воздухъ поднимается у насъ выше отъ дѣйствія Луны, настолько же онъ становится разрѣженнѣе и легче.

Мы видѣли, что Солнце вызываетъ вдвое меньшую приливную

волну въ земныхъ моряхъ и въ атмосферѣ единственно потому; что, при его большомъ отдаленіи, разница въ разстояніи ближайшихъ къ нему областей земной поверхности и дальнѣйшихъ отъ него становится относительно ничтожной, такъ что и разница въ ихъ притяженіи Солнцемъ не велика, несмотря на то, что угловая величина его диска почти такая же, какъ и у Луны. Отсюда ясно, что и Великій центръ обращенія всѣхъ свѣтилъ Млечнаго пути, къ числу которыхъ принадлежатъ и Солнце, и Земля, не можетъ вызвать у насъ, благодаря своей необъятной отдаленности, замѣтныхъ приливныхъ волнъ, хотя бы гравитаціонное дѣйствіе его на Землю и было много сильнѣе луннаго.

Но оно вмѣстѣ съ Солнцемъ и Луной можетъ вліять на другого рода періодическія измѣненія земного ядра. Дѣло въ томъ, что когда, благодаря вращенію Земли вокругъ ея оси, Луна становится прямо въ зенитѣ или надирѣ данной мѣстности, т.-е. надъ нашей головой или подъ ногами, нашъ вѣсъ и вѣсъ всѣхъ окружающихъ предметовъ уменьшается приблизительно на одну десятиллионную

долю, а когда Луна переходитъ на горизонтъ, всеобщій вѣсъ въ этой мѣстности на столько же увеличивается. Если дѣйствіе Солнца соединяется съ дѣйствіемъ Луны, въ зенитѣ и надирѣ получается еще большее уменьшеніе въ вѣсѣ тѣлъ, а на горизонтѣ увеличеніе. Если же мы прибавимъ къ этому еще и дѣйствіе Великаго центра тяготѣнія Млечнаго пути, которое можетъ достигать, какъ мы видѣли, замѣтной величины, совсѣмъ не производя ощутительныхъ приливовъ, то легко придемъ къ допущенію, что какъ ни ничтожны измѣненія на нѣсколько десятиллионныхъ долей въ вѣсѣ всего Земного шара, но при громадности его массы они должны достигать значительныхъ абсолютныхъ величинъ. Это возможно, конечно, лишь въ случаѣ, если Великій центръ не лежитъ по близости отъ нашихъ полюсовъ (въ Южномъ Крестѣ или въ Кассіопеѣ, гдѣ онъ произвелъ бы лишь почти статическіе приливы), а гдѣ-нибудь у земного экватора, напримѣръ, за созвѣдіемъ Скорпіона. Мѣняя ежедневно и ежечасно свое направленіе, эти приращенія тяжести должны какъ бы разминать нашу планету, растягивая ее по направленію къ каждому изъ этихъ трехъ центровъ тяготѣнія ея и сплющивая во всѣхъ поперечныхъ къ нимъ

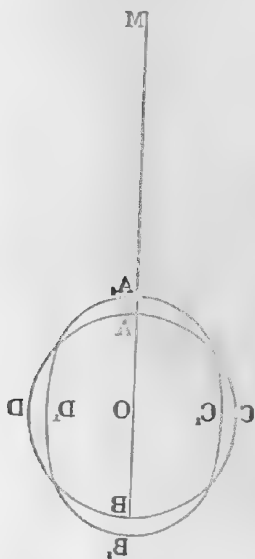


Рис. 271. Сплюсывающее дѣйствіе на шаръ центра M , къ которому онъ тяготѣетъ, если центръ сравнительно близокъ. $CBDA$ — нормальная форма; $CB'DA'$ — вытянутая по направленію къ M .

направленіяхъ (рис. 271). Это—какъ бы ежесуточное дыханіе земного шара, повторяющееся вѣка вѣковъ.

Проходятъ ли такія измѣненія въ тяжести безслѣдно въ наше время? Вотъ вопросъ, который приходится рѣшить будущимъ из-



слѣдователямъ, а для этого надо, прежде всего, детально разработать всѣ колебанія въ вѣсѣ земныхъ тѣлъ, или всѣ отклоненія отъ вѣса, въ зависимости отъ положенія различныхъ частей Млечнаго пути надъ горизонтомъ даннаго мѣста. Такимъ образомъ, мы опредѣлили бы и положеніе центра тяготѣнья нашего великаго звѣзднаго скопленія. Въ концѣ XIX вѣка Перре (Perrey) нашель, что количество землетрясеній больше въ полнолунія и новолунія, чѣмъ въ квадратурахъ, и больше въ дни перигея, чѣмъ въ дни апогея Луны. Не будетъ ли рѣшенъ этотъ вопросъ, когда мы примемъ во вниманіе и положеніе плоскости Млечнаго пути для каждаго часа землетрясенія? Конечно, землетрясенія производятся не дѣйствіемъ свѣтила, а внутренними силами земли. Но если свѣтила время отъ времени то ослабляютъ, то усиливаютъ крѣпость земной оболочки надъ центромъ, въ которомъ долженъ произойти взрывъ подземныхъ газовъ, то что же будетъ удивительнаго, если при вѣковомъ, незамѣтномъ въ продолженіе многихъ лѣтъ, усиленіи подземнаго напряженія оно всегда будетъ прорываться активно въ періодъ минимума крѣпости лежащихъ надъ нимъ слоевъ?

3. Затменія Солнца на Землѣ и на Лунѣ.

Приливы и отливы и легкія колебанія въ напряженіи тяжести являются не единственными результатами дѣйствія другъ на друга Земли и Луны, какъ сестеръ-планетъ. Время отъ времени онѣ заслоняютъ одна отъ другой Солнце и производятъ другъ на другѣ кратковременную ночь, вызывая пертурбаціи поверхностной жизни. Благодаря вчетверо большому діаметру, Земля производитъ на Лунѣ вчетверо болѣе затменій и, кромѣ того, лунныя затменія никогда не бываютъ кольцеобразными, потому что земная тѣнь простирается, какъ огромный астрологическій колпакъ, на разстояніе, въ $108\frac{1}{2}$ разъ большее земнаго радіуса. На отдаленіи отъ насъ Луны, лишь немного превышающемъ половину этого, поперечникъ земной тѣни оказывается въ 2,2 раза шире луннаго діаметра, и потому Луна всегда цѣликомъ и на продолжительное время входитъ въ тѣнь Земли, если только лунный край не проходитъ, при данномъ противостояніи, нѣсколько сѣвернѣе или южнѣе границъ конуса нашей ночи.

Въ началѣ всякаго затменія мы наблюдаемъ, прежде всего, едва замѣтное постепенное ослабѣваніе свѣта Луны въ ея восточной части. Это Луна начинаетъ входить въ земную полутѣнь, когда часть солнечнаго диска уже заслонена для нея Землей. По мѣрѣ того какъ Солнце закрывается нами все болѣе и болѣе, потускнѣніе свѣта Луны для насъ все усиливается. Но раньше, чѣмъ Луна успѣетъ значительно померкнуть, на той или другой мѣстности ея восточной стороны появляется темная дуговидная выемка и все болѣе и болѣе надвигается на полный круглый лунный дискъ, показывая

намъ, какъ на экранѣ, круглую фигуру тѣни нашей планеты, а слѣдовательно, и шаровидность самой Земли, хотя лунный экранъ такъ малъ, что на немъ умѣщается въ каждый данный моментъ только часть этой тѣни (рис. 272). Выемка сначала бываетъ такъ темна, что почти совсѣмъ не позволяетъ видѣть никакихъ деталей на заслоненной ею сторонѣ Луны, но по мѣрѣ того какъ лунный дискъ все болѣе и болѣе закрывается Землей, онъ вмѣстѣ съ тѣмъ принимаетъ кровавый оттѣнокъ, и главныя пятна лунной поверхности начинаютъ снова дѣлаться замѣтными. Этотъ кровавый оттѣнокъ уже давно былъ отмѣченъ древними наблюдателями. „Солнце стало темно, какъ волосная сумка, а Луна, какъ кровавое пятно“, говоритъ авторъ Апокалипсиса и этимъ поэтически присоединяетъ къ своему описанію солнечнаго затмения и главную особенность луннаго.



Рис. 272. Лунное затмение. S—солнце. E—земля. M—луна. EV—тѣнь земли. F и G—полутѣнь.

На границѣ между красной тѣнью и еще не заслоненнымъ нами яркимъ серпомъ Луны иногда наблюдается тонкій сѣро-голубоватый бордюръ, который очень медленно доходитъ вмѣстѣ съ выемкой до противоположной части луннаго диска и исчезаетъ за нимъ. Тогда вся Луна дѣлается вишнево-красной, и въ этомъ состояніи полного затмения она можетъ оставаться до двухъ часовъ.

Но вотъ, опять съ восточной стороны ея диска, появляется тонкій тускло-свѣтящій серпъ, который, какъ послѣ новолуній, расширяется все болѣе и болѣе и дѣлается все свѣтлѣе, пока поверхность Луны не выйдетъ, наконецъ, изъ земной полутѣни на полный солнечный свѣтъ.

Причина красного цвѣта Луны при затменияхъ понятна изъ того, что земная атмосфера своими нижними слоями сильно задерживаетъ голубые лучи солнца и отбрасываетъ въ глубину своей тѣни, главнымъ образомъ, красные, легче проходящіе черезъ нее. Вслѣдствіе этого, на разстояніи лунной орбиты, конусъ земной ночи становится не абсолютно теменъ, а красноватъ, какъ наши

позднія сумерки. По такой же причинѣ и у насъ бѣлыя вершины снѣжныхъ горъ бываютъ въ послѣднихъ лучахъ заходящаго Солнца еще болѣе красными, чѣмъ сама Луна во время затмений. Очевидно, что и въ томъ и другомъ случаяхъ „затмение“ носитъ одинаковый характеръ, такъ какъ и вершина горы краснѣетъ, а потомъ темнѣетъ ночью только потому, что поворачивается, благодаря вращенію земли, вмѣстѣ со всей своей мѣстностью въ тотъ же самый конусъ земной ночи, въ который погружается на болѣе далекомъ разстояніи и Луна, т.е. каждый вечеръ у насъ происходятъ „горныя затмения“.

Только въ нѣсколькихъ случаяхъ, напримѣръ, въ 1642, 1761 и 1816 годахъ, какъ передаютъ очевидцы, затмения Луны были такими полными, что нельзя было указать на небѣ мѣсто, гдѣ находится она. Въ другихъ случаяхъ лунный дискъ принималъ темно-сѣрый цвѣтъ вмѣсто вышеописаннаго цвѣта венозной крови. Это обстоятельство, какъ и всѣ остальные легкія различія въ оттѣнкахъ, наблюдаемая при различныхъ лунныхъ затменияхъ, легко объясняются метеорологическими условіями нашей земной атмосферы. Если болѣе большая часть того контура земли, который даетъ тѣнь, наполнена внизу облаками, тогда вліяніе нижнихъ слоевъ нашей атмосферы, сильно поглощающихъ голубые лучи, исчезаетъ, а рефракція верхнихъ слоевъ, повидимому, не достаточно сильна, чтобы повернуть даже голубые лучи въ глубину земной тѣни, и такимъ образомъ освѣтитъ „конусъ земной ночи“ голубоватымъ свѣтомъ, хотя бы даже на разстояніи Луны.

Таковы особенности полного затмения Солнца Землею на Лунѣ, когда мы смотримъ на него съ Земли, и потому называемъ „Луннымъ затмениемъ“. Какимъ кажется оно для обитателя Луны? Это нетрудно вывести изъ физическихъ условій даннаго явленія. Весь бордюръ земного шара на лунномъ небѣ долженъ казаться селениту въ такое время окруженнымъ очень узкимъ огненно-краснымъ кольцомъ, заливающимъ всѣ окрестности зловѣщимъ свѣтомъ. Безъ такого кольца не было бы и красного цвѣта Луны. Но оно имѣло бы, при различныхъ атмосферическихъ условіяхъ Земли, различные оттѣнки и изрѣдка бывало бы даже голубоватымъ. Надъ этимъ кольцомъ, напоминающимъ кругъ хромосферы съ протуберансами при нашихъ солнечныхъ затменияхъ, но только вчетверо большей величины, видны съ Луны при каждомъ затмении и лучистое сіяніе солнечной короны и зодіакальный свѣтъ въ невиданномъ для насъ блескѣ. На самой же поверхности Луны всѣ окрестности заливаются кроваво-краснымъ зловѣщимъ свѣтомъ.

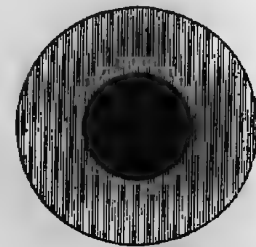


Рис. 273. Тѣнь и полутѣнь конуса ночи за планетами.

Разсмотримъ теперь особенности и обратнаго явленія, т.е. затмения Солнца Луною для Земли, когда мы смотримъ на него съ нашей планеты.

Благодаря меньшему діаметру Луны, и конусъ носимой ею ночи тянется не такъ далеко и оканчивается какъ разъ на среднемъ разстояніи Луны отъ Земли. Когда обѣ находятся въ перигеяхъ своихъ взаимныхъ орбитъ, Земля еще задѣваетъ узкую вершину этого конуса (рис. 274), и онъ для наблюдателя съ Луны медленно движется по земной поверхности въ видѣ незначительнаго темнаго пятна, какъ тѣни юпитеровыхъ спутниковъ проходятъ для насъ по его облачной оболочкѣ. Въ апогеяхъ же это

пятно совсѣмъ отсутствуетъ для луннаго наблюдателя, такъ какъ Земля проходитъ тогда внѣ конуса лунной ночи (рис. 275). Но для земного зрителя и этотъ послѣдній случай будетъ отчетливо замѣтенъ. Дѣйствительно, какъ бы коротка ни была тѣнь Луны, но мы все-таки увидимъ Луну передъ солнечнымъ дискомъ, какъ видимъ летящую передъ солнцемъ птичку, хотя бы ея тѣнь и не достигала до насъ. Короткость конуса лунной тѣни приводитъ лишь къ тому, что та часть земной поверхности, куда она направлена, освѣщается не полнымъ дискомъ Солнца, а только его незакрытыми Луною краями. Такого рода затмения называются у насъ кольцеобразными и представляютъ для науки такъ же мало интереса, (рис. 276), какъ и всѣ другія неполныя затмения Солнца. Даже и со значительной выемкой, даже и въ тотъ послѣдній моментъ передъ полнымъ затмениемъ, когда мы видимъ на небѣ только узкій, какъ ниточка, серпъ Солнца, онъ все-таки еще ярко освѣщаетъ окрестности и оставляетъ впечатлѣніе тусклаго солнечнаго дня. Въ облачную же погоду происходила на нашемъ небѣ не одна сотня

Рис. 274. Полное солнечное затмение.

неполныхъ кольцеобразныхъ солнечныхъ затмений, которыхъ обитатели Земли даже и не замѣтили или, въ крайнемъ случаѣ, кто-нибудь мимоходомъ сказалъ: удивительно какой тусклый день, стало совсѣмъ какъ вечеромъ! Другое дѣло—полныя солнечныя затмения при ясномъ небѣ, когда Земля, находясь ближе къ Лунѣ, пересѣкаетъ вершину конусообразной области лунной ночи. Теорія показываетъ, что въ наилучшихъ случаяхъ диаметръ тѣни Луны въ мѣстѣ пересѣченія ея Землею можетъ достигать 250 километровъ. Тогда вдоль обращеннаго къ Солнцу земного полушарія пройдетъ болѣе или менѣе широкое темное пятно, и въ тотъ моментъ, когда оно будетъ падать на какую-либо мѣстность, Солнце въ ней будетъ казаться совершенно закрытымъ Луною. Продолжительность солнечнаго затмения въ данномъ пунктѣ земной поверхности отъ перваго появленія Луны на дискѣ Солнца и до ея окончательнаго ухода съ диска не можетъ продолжаться въ наилучшихъ условіяхъ болѣе $4\frac{1}{2}$ часовъ, а продолжительность полной фазы можетъ колебаться между однимъ мигомъ и 7 минутами 58 секундами, судя по тому, какова величина пятна отъ лунной тѣни, проходящаго по земной поверхности. Не будучи у насъ такими

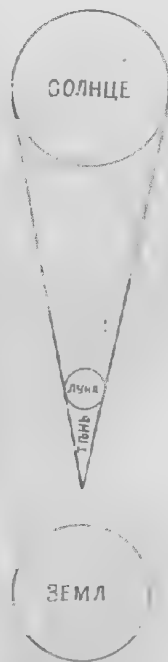


Рис. 275. Кольцеобразное солнечное затмение, когда тѣнь луны не доходит до земли

эффектными, какъ на Лунѣ, солнечныя затмения все же страшно поражали воображеніе нашихъ предковъ.

Начало затмения и у насъ, какъ на Лунѣ, начинается очень незамѣтно. Съ правой стороны солнечнаго диска, иногда прямо съ запада, иногда выше, иногда ниже, появляется легкая выемка, которую не предупрежденные заранее объ этомъ явленіи даже и не замѣчаютъ. Эта выемка растетъ все болѣе и болѣе, какъ будто что-то выгрызаетъ круглый дискъ Солнца. Онъ становится, наконецъ, похожъ на серпъ Луны, который дѣлается все уже и уже. Однако, ясный день начинаетъ казаться значительно тусклѣе лишь въ то время, когда отъ Солнца на небѣ осталась только узкая, какъ золотая огненная ниточка, полукруглая черта. Но вотъ и она исчезаетъ, и въ тотъ же моментъ картина мѣняется. Кажется, что мгновенно наступила ночь: крупныя звѣзды дѣлаются видными на небѣ. Только это—ночь какая-то странная. На небѣ, вмѣсто Луны, повѣшено темное чернильное пятно, окруженное ореоломъ блѣднаго сіянія (рис. 277).



Рис. 276. Кольцеобразное затмение солнца.



Рис. 277. Полное солнечное затмение 30 августа 1905 г. Снимокъ А. Ганскаго. Экспозиція 6 секундъ. Изъ „Mitteilungen“ Пулковской обсерваторіи.

И на Землѣ, какъ на Лунѣ, всѣ предметы и окрестности ландшафта принимаютъ зловѣщій красноватый свѣтъ, но только этотъ свѣтъ приписывается нами теперь уже не поглощенію голубыхъ лучей въ лунномъ воздухѣ, а отраженію ихъ въ тѣхъ болѣе или менѣе отдаленныхъ областяхъ нашей земной атмосферы, которыя находятся внѣ конуса лунной ночи. Отсюда видно, что при каждомъ солнечномъ затменіи мы попадаемъ въ лунную ночь, вмѣсто земной, въ которую ежедневно уходимъ вмѣстѣ со всѣми нашими окрестностями. Все въ этой чуждой намъ лунной ночи кажется непонятнымъ и страннымъ. Изъ свѣтлаго ореола около чернильнаго пятна на небѣ вырывается множество длинныхъ лучей, и бордюры розоваго колеблющагося пламени окружаютъ черный дискъ. Не преломленіе ли это красныхъ солнечныхъ лучей въ лунной атмосферѣ, такое же, какое происходитъ въ земной и вызываетъ кровавую окраску луннаго диска при ея затменіяхъ? Но нѣтъ.. Телескопъ показываетъ, что лунный край здѣсь черенъ и рѣзокъ, и что ободокъ розовыхъ полосокъ и выступовъ принадлежитъ самому солнцу. Такъ, въ первый разъ, при наблюдении затменій, были обнаружены на Солнцѣ тѣ могучія изверженія раскаленнаго водорода, которыя мы называемъ теперь протуберансами.

Однако, наше пребываніе въ конусѣ лунной ночи продолжается, въ лучшемъ случаѣ, лишь нѣсколько минутъ. На западной части пятна закрывающаго Солнце, вдругъ появляется тонкій, какъ золотая шелковинка, огненный серпъ, и вся мѣстность заливается снова лучами солнечнаго свѣта, кажушимися тѣмъ ярче, чѣмъ темнѣе была лунная ночь, изъ которой наша мѣстность снова вырвалась въ область вѣчнаго дня господствующаго кругомъ Солнца. Ослѣпительный серпъ на небѣ становится все шире и шире, потомъ медленно переходитъ въ дискъ съ выемкой на восточной части. Выемка съ каждой минутой уменьшается и, наконецъ, совершенно пропадаетъ. Все становится, какъ было нѣсколько часовъ назадъ.

4. Числовыя данныя для пары Земля—Луна. Наклоненія ихъ осей вращенія, какъ климатическіе факторы. Атмосферы Земли и Луны.

Я не буду здѣсь останавливаться на тѣхъ сценахъ ужаса, какія вызывали затменія на Землѣ въ старинныя времена. Моя цѣль теперь лишь показать различные роды физическихъ явленій, которые производятъ двѣ сестры-планеты—Земля и Луна—на поверхностяхъ другъ друга.

Для того, чтобы разобратъ въ этихъ явленіяхъ, надо знать различные роды движеній, которыми характеризуются онѣ обѣ, и физическія особенности каждой изъ нихъ, т.-е. ихъ такъ назы-

ваемые астрономическіе константы. Въ современныхъ спеціальныхъ курсахъ значительная часть ихъ не приводится, такъ какъ ее можно вычислить по другимъ, болѣе употребительнымъ величинамъ, а между тѣмъ они всегда полезны для подтвержденія тѣхъ или иныхъ соображеній или выводовъ, могущихъ возникнуть у самого читателя. Относительно пары Земля—Луна почти все важнѣйшее числовое, представлено на приложенныхъ къ 666 стр. таблицахъ I, II и III. Не могло быть пока табулировано лишь загадочное спиральное передвиженіе по поверхности Земли полюсовъ ея вращенія, совершающее

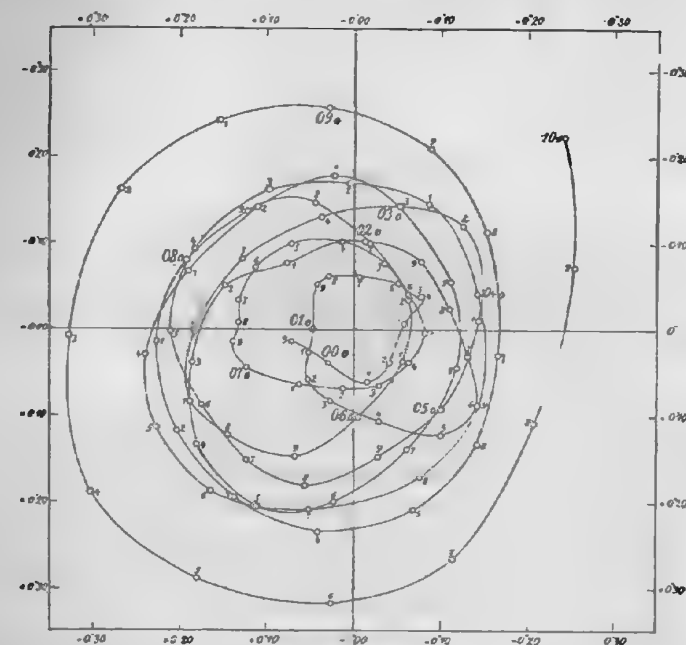


Рис. 278. Загадочныя передвиженія земнаго полюса, наблюдаемая съ помощью современныхъ точныхъ астрономическихъ приборовъ въ обсерваторіяхъ.

полный оборотъ, въ среднемъ, въ 1 годъ и 2 мѣсяца и съ каждымъ прошлымъ годомъ развертывавшееся все шире и шире (рис. 278) по неизвѣстнымъ причинамъ.

До сихъ поръ мы рассмотрѣли только два рода взаимныхъ вліяній Земли и Луны: приливныя воздѣйствія и заслоненія другъ другомъ Солнца и его свѣта. Но кромѣ того, какъ видно изъ приведенныхъ таблицъ, есть еще и нѣкоторыя другія ихъ вліянія другъ на друга, мало замѣтныя для обычнаго наблюдателя. Первымъ изъ нихъ является легкое круговое качаніе осей у обѣихъ планетъ, называемое нутаціей и завершающееся въ каждыя 19 лѣтъ, но оно, по недавнимъ вычисленіямъ Чандлера (Chandler), лишь на $9''202$ (рис. 279) измѣняетъ среднее наклоненіе земной оси къ эклиптикѣ, и потому не можетъ значительно отразиться на земной жизни.

Совсѣмъ другое—прецессія, или большое колебаніе осей у обѣихъ планетъ, напоминающее качаніе вращающихся волчковъ и завершающее свой циклъ у Земли въ 25.800 лѣтъ, а у Луны только въ 18 лѣтъ и 7 мѣсяцевъ. Благодаря прецессіи земная ось, наклоненная къ эклиптикѣ, въ среднемъ, около $23\frac{1}{2}$ градусовъ ¹⁾, не остается все время направленной на ту же самую точку въ небѣ, а поворачивается, описывая довольно широкій конусъ (рис. 279). Причина этого заключается, какъ и у приливовъ, въ совмѣстномъ дѣйствіи на Землю Луны, Солнца, а также и Великаго центра обращенія всѣхъ звѣздъ Млечнаго пути. Но и здѣсь, какъ въ приливной волнѣ, дѣйствіе послѣдняго должно быть ничтожно по причинѣ его огромнаго разстоянія отъ насъ и того закона, что приливовозбуждающая сила возрастаетъ не только прямо пропорціонально „ньютоновской массѣ“ дѣйствующаго центра, но и обратно пропорціонально кубу его разстоянія (стр. 655) отъ свѣтила, гдѣ онъ вызываетъ приливы.

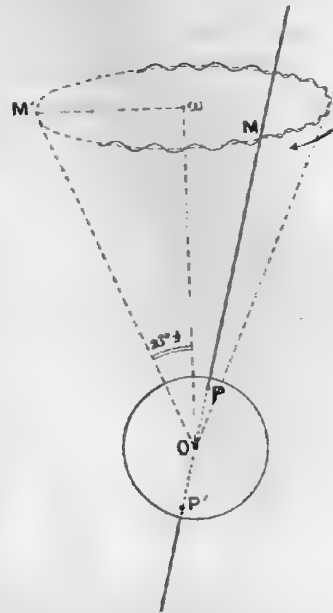


Рис. 279. Сложное колебаніе земной оси. РМ, ω—полюсъ эклиптики. РМ'—прецессіонное движеніе оси. Волны на немъ (у М)—нутаціонное движеніе.

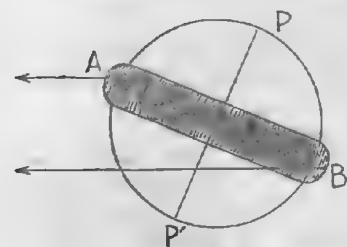


Рис. 280.

Дѣйствительно, представимъ себѣ свободно вращающійся въ пространствѣ дискъ (AB рис. 280), и пусть на него вліяетъ притягательно чрезвычайно удаленное тѣло. Въ этомъ случаѣ сила, съ которой оно притягиваетъ ближайшую (А) половину диска, будетъ фактически та же, съ которой оно притягиваетъ и дальнѣйшую, такъ какъ относительная разница ихъ разстояній — ничтожна. Значитъ, обѣ части будутъ находиться въ равновѣсіи по отношенію къ оси РР' вращенія нашего диска, и потому сила притяженія чрезвычайно отдаленнаго сравнительно съ его діаметромъ тѣла не выведетъ его изъ разъ установившагося положенія.

Но предположимъ, вмѣсто предыдущаго, что притягивающее свѣтило находится лишь вдвое дальше края самаго диска. Тогда его разстояніе А до ближайшей границы диска окажется уже почти втрое менѣе разстоянія В до дальнѣйшей границы. Тяготѣніе ея

¹⁾ Точнѣе $23^{\circ}27'9''$. Максимумъ его вѣкового возрастанія $24^{\circ}35'58''$ и минимумъ вѣкового уменьшенія $21^{\circ}58'36''$ (Clarke).

Таблица I.

ЗЕМЛЯ—ЛУНА.

Ихъ общія астрономическія константы.

Разстояніе другъ отъ друга.

а) въ перигеѣ	357000 кил. (= 0,9451 средн. разст.)
б) въ апогеѣ	407000 кил. (= 1,0549 средн. разст.)
с) среднее	382000 кил. (= 1, или 60,2703 земн. рад., или $\frac{1}{149}$ разстоянія до солнца)

Эксцентриситетъ орбиты Земля—Луна 0,054908

Ширина черной линіи, которая уже не была бы видима на ясномъ блѣдомъ фонѣ даже дальнѣйшимъ глазомъ на разстояніи Земля—Луна около 24—55 кил.
(= $\frac{1}{1000}$ долъ всего разстоянія около 13'' дуги)

Тоже въ современные телескопы и при современномъ астрономич. фотографированіи около 0,5 кил.

Время взаимнаго обращенія Земля—Луна вокругъ общаго центра.

а) Сидерическое (до той же звѣзды)	27 ^d . 321661
Его вѣков. ускореніе	12 сек. въ 100 лѣтъ
б) Тропическое (до точки земного равноденствія)	27 ^d . 3215813
с) Драконическое (до пересѣченія съ эклиптикой)	27 ^d . 2122192
д) Аномалистическое (до перигея лунной орбиты)	27 ^d . 5545505
е) Синодическое (до начала одноименныхъ фазъ)	29 ^d . 5305887

Полное обращеніе узла орбиты Земля—Луна 6793 дня.

Наклоненіе орбиты Земля—Луна къ эклиптикѣ.

а) Минимальное	$5^{\circ}0'1''$
б) Максимальное	$5^{\circ}17'35''$
с) Среднее	$5^{\circ}8'48''$
д) Полный періодъ колебанья наклоненія	173 дня.

Время, въ которое обѣ упали бы другъ на друга при остановкѣ кругообращенія около 4^d. 19^h.

Сидерическое
сидерическое
от солнца к
всходу на
12^h 19 и за-
мѣчается на
12,367 мин.
но 5^h 2^h 3^h 4^h
тѣмъ среднее
лунное свѣтъ
= 24 часа +
+ 12,367 минут
А 12,367 минут
= 0,2067 долъ
часа т.е. Лу-
на вращается
равно 24,2067
солнечныхъ часовъ
т.е. вращается
солнце вращается
на 1 доло
каса (сидерическое)
и какъ
данъ пара лун-
ныхъ часовъ
на 2 доло
вращается
каса

наденіе к солнцу 0,0029 долъ час = 3 мин.

звѣзды, свѣтъ на 4 ми-
нутъ короче солнечнаго

Средняя температура поверхности Земли

Таблица II.

Орбита, описываемая центромъ вращения планетной пары Земля—Луна около центра обращения ихъ вокругъ Солнца.

Расстояние пары Земля—Луна отъ центра ихъ тяготѣнья къ Солнцу.

а) въ перигелии (минимальное, 1 янв. нов. стиля)	146 миллион. кил.
б) въ афелии (максимальное, 1 июля нов. стиля)	152 миллион. кил.
с) среднее	149 миллион. кил. (= 386 радиусовъ орбиты Земля—Луна.)

Ширина черной линіи, которая уже не была бы видима на бѣломъ фонѣ даже дальнорзоркимъ глазомъ на такомъ разстояніи около 10000 кил.
(около $\frac{1}{1000}$ доли всего разстоян. или 13" дуги.)

То же въ современные телескопы и при современномъ астрономическомъ фотографированіи около 100—150 кил.

Эксцентриситетъ орбиты, описываемой парой Земля—Луна вокругъ центра тяготѣнья ихъ къ Солнцу:

а) теперь (1900 г.)	0,0168.
б) 100 тысячъ лѣтъ назадъ (максимальный)	0,0473.
с) черезъ 23,900 лѣтъ (минимальный)	0,0033.
д) амплитуда колебанья	0,044.
е) періодъ колебанья	около 250000 лѣтъ.

Время обращенія обѣихъ вокругъ Солнца.

а) Среднее сидерическое (до той же звѣзды)	365 ^d . 2563 ^h 53 ^m 53 ^s (= 1,006 тропич. года.)
б) Тропическое (до точки весенняго равноденствія)	365 ^d . 2422012 ^с (= 1 году)

Прецессія или предвареніе равноденствія.

а) годичное попятное движеніе	50" 236.
б) полный попятный кругооборотъ	25867 лѣтъ.

Скорость движенья вокругъ центра ихъ солнечнаго тяготѣнья.

а) наибольшая (въ перигелии, 1 янв. нов. стиля)	30000 мет. сек.
б) наименьшая (въ афелии, 1 июля нов. стиля)	28000 мет. сек.
с) средняя	29000 мет. сек.

Вѣковыя перемѣщенія перигелия (круговое движеніе апсидъ) около 21000 лѣтъ.

Угловая величина солнечнаго діаметра видимаго съ орбиты Земли—Луны.

а) изъ перигелия (1 янв. нов. стиля)	32' 32.
б) изъ афелия (1 июля нов. стиля)	31' 26.
с) средняя	32' 17.

Средняя температура поверхности Земли
0,01396
209

Таблица III.

Индивидуальныя константы пары Земля—Луна.

Діаметры:	Земля.	Луна.
а) экваторіальныя	12756 кил. (= $\frac{1}{107}$ солнечнаго)	3480 (0,27264 земного)
б) полярный	12713	3480
с) разность обоеихъ	43 кил.	не замѣтна.
Сжатіе у полюсовъ	$\frac{1}{290}$	не замѣтно.
Средніе угловые діаметры видимости другъ друга	114' 4"	31' 8" 2 (макс. 32' 56" 7 и миним. 29' 31" 0)
Окружность меридіана	ок. 40000 кил.	ок. 11000 кил.
Поверхность а) полная	511 милл. кв. к.	30 милл. кв. к. ($\frac{1}{18}$ земного = объ Америки)
б) подъ водой	384 милл. кв. к.	сомнительна.
с) подъ сушей	127 милл. кв. к.	
Объемъ	1,08 билліон. куб. кил. (= 1,08. 10^3 куб. кил. = $\frac{1}{127000}$ соли. об.)	22105 мил. куб. к. (= 22105. 10^6 куб. кил. = 0,0203 земного)
„Астрономическая масса“ или полевывызывающій факторъ тяготѣнья эквивалентенъ такому же фактору у	6 квадрильоновъ [(6.10 ²⁴) килогр. окруж. нась вѣщ. = $\frac{1}{3340}$ соли.]	74 тысячъ. трилл. [(74.10 ²¹) кил. = 0,0123 земного]
Среднее напряженіе тяжести на поверхностяхъ	1 (g = 981 абс. ед.)	0,164 (g = 160 абс. ед.)
Пространство, проходимое въ числѣ свѣтоносномъ эфирѣ, въ первую секунду поверхностей:		
а) у полюсовъ	4 ^m , 92	0 ^m , 80
б) у экватора	4 ^m , 89	0 ^m , 80
с) разниа	$\frac{1}{289}$	ничтожна.
Среднее разстояніе до центра взаимнаго тяготѣнья или средніе радиусы взаимныхъ орбитъ	ок. 377000 кил.	ок. 4700 кил.
Эксцентриситеты обѣихъ взаимныхъ орбитъ	0,054908	0,054908
Средняя скорость движенія вокругъ центра взаимнаго тяготѣнья	1,33 мет. сек.	107 мет. сек.
Пространство, проходимое въ 1 сек. къ центру взаимнаго тяготѣнья	0,111111111	1 мм, 353

См. на оборотѣ.

1300000 км

170' 23" 44

2900

107
87
20
203
0,0037

Векторъ
19002 = 50' 25641
Аз-2000 летъ-конецъ 20' 25641 т. = 0' 0001115 т.2

будетъ соотвѣтственно больше, и дискъ при неподвижности станетъ качаться, какъ маятникъ на центрѣ своего равновѣсія. А это качаніе сейчасъ же обратится въ круговое, въ случаѣ его вращенія, и математическій анализъ показываетъ, что ось диска будетъ тогда описывать конусъ, а ось описываемаго конуса будетъ перпендикулярна къ направленію притягивающей силы.

Земля именно и представляетъ изъ себя такой вращающійся, хотя и очень толстый, дискъ, такъ какъ она немного сжата у полюсовъ. Дѣйствіе Луны и Солнца на выпуклость ея экваторіальнаго пояса и заставляетъ земную ось качаться въ пространствѣ, при чемъ дѣйствіе Солнца достигаетъ здѣсь, какъ и въ возбужденіи приливовъ, благодаря его значительному отдаленію, лишь $\frac{2}{3}$ дѣйствія Луны, а дѣйствіе Великаго центра тяготѣнья даже и не опредѣлено по причинѣ малости.

Какое вліяніе на жизнь Земли должно вызвать подобное качаніе, производимое, главнымъ образомъ, ея меньшей сестрой? Отвѣтъ на этотъ вопросъ мы можемъ дать только тогда, когда припомнимъ важное значеніе отклоненія самой земной оси отъ перпендикуляра къ плоскости ея орбиты.

Въ космографіи мы всѣ учили, что оно производитъ на землѣ различіе временъ года. Если бы земная ось стояла въ положеніи, перпендикулярномъ, то Солнце всегда казалось бы намъ идущимъ надъ земнымъ экваторомъ, и никакой разницы въ нагрѣваніи любой данной мѣстности не было бы въ продолженіе безчисленности лѣтъ. Около экватора было бы всегда жарко. Восходящіе токи болѣе холоднаго воздуха, стекаясь сюда съ сѣвера и юга, равномерно поглощали бы въ этой области испаренія морей, озеръ и болотъ, унося ихъ съ собою вверхъ въ прозрачномъ невидимомъ растворѣ и направлялись бы обратно въ холодныя страны, осаждая на пути къ нимъ поглощенный въ тропическомъ поясѣ водяной газъ.

Такимъ образомъ, къ сѣверу и къ югу отъ экватора всегда находились бы двѣ полосы облаковъ, концентрически охватывающихъ весь земной шаръ. Изъ нихъ шелъ бы нескончаемый дождь, за исключеніемъ развѣ такихъ мѣстъ, около которыхъ въ экваторіальной полосѣ совершенно сухо, и потому теченія воздуха не могли поглотить достаточно водяныхъ паровъ. Въ полярныхъ же странахъ все болѣе и болѣе утолщались бы наслоенія ледниковъ, такъ какъ почти вся переносимая туда вода замерзала бы навсегда и уже не уносилась бы обратно въ жаркія страны никакими теченіями, за исключеніемъ медленнаго сползанія самихъ слишкомъ поднявшихся ледяныхъ слоевъ. Въ концѣ концовъ, почти вся вода, какъ и всѣ отвердѣвающія при температурѣ полюсовъ жидкости, перенеслись бы въ полярныя страны и тамъ замерзли бы. Въ атмосферѣ осталась бы лишь незначительная примѣсь водяного газа, уже неспособная выдѣлиться изъ своего раствора въ воздухѣ.

Скорость кругового движен. экватор.	463 $\frac{\text{мет.}}{\text{сек.}}$	4,7 $\frac{\text{мет.}}{\text{сек.}}$
Критическая скорость кругового движенія экватора, при которомъ пыль, вода и атмосфера стали бы съ него отдѣляться кольцеваніемъ	8000 $\frac{\text{мет.}}{\text{сек.}}$	3200 $\frac{\text{мет.}}{\text{сек.}}$
Время оборота отдѣлившагося при этомъ кольца	1ч 23м 20с.	57м 20с.
Нижній предѣлъ гиперболическихъ скоростей или безвозвратныхъ отбросовъ частицъ съ экватора (параболическая скорость)	11250 $\frac{\text{мет.}}{\text{сек.}}$	4500 $\frac{\text{мет.}}{\text{сек.}}$
Начальная скорость возмoжнаго переброса предметовъ съ даннаго свѣтила на другое . . .	10900 $\frac{\text{мет.}}{\text{сек.}}$	2500 $\frac{\text{мет.}}{\text{сек.}}$
Среднее разстояніе отъ точки взаимнаго гравитаціоннаго равновѣсія или отъ нейтральнаго пункта тяготѣнья . . .	ок. 340000 кил.	ок. 36000 кил.
Абсолютное альbedo (число отраженныхъ лучей, считая ихъ полное отраженіе матовымъ зеркаломъ = 1)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Свѣтъ} = 0,783; \\ \text{бѣлый песокъ} \\ = 0,237; \text{обычная} \\ \text{глина} = 0,156 \end{array} \right\}$	
„Астрономическая плотность“ или величина полевызывающаго фактора въ единицахъ объема	5,5 воды (въ 4 раза болѣе солнечной)	3,3 (0,604 для земной = 2,4 солнечной)
Время вращен. вokr. своихъ осей		
а) звѣздное въ наст. время .	23ч 56м 4с.09 (= 0 ^д 9972)	27 ^д 32166
Его предп. замедленіе . . . 1" въ сто тыс. л.		?
б) среднее солнечное	24ч (= 1 ^д)	29 ^д 12ч 44м = 29,53 ^{дней}
Число сутокъ въ своемъ году . .	365, 2422	11, 74
Длина ночи: а) у полюсовъ . . . отъ 0 до 187 ^д 62		14 ^д 77
б) на экваторѣ	12ч	14 ^д 77
Наклоненіе экват. къ эклиптикѣ		
а) въ 1800 г.	23° 27' 55"	1° 5
б) въ настоящее время (1900 г.)	23° 27' 9"	"
с) минимальное	21° 58' 36"	?
д) максимальное	24° 35' 58"	?
е) амплитуда качанія осей . .	2° 37' 22"	?

1" 46
36
100
79
289

миллионы
миллиарды
миллионы
миллиарды

0" 46 6200

24 56
21 58
21 58

29 12 44
29 12 44
29 12 44

Такова однообразная климатическая картина, которую рисует физика для Земного шара въ предположеніи перпендикулярнаго направленія осею вращенія къ плоскости эклиптики... И на всякой планетѣ, говоритъ намъ наука, ось которой перпендикулярна къ ея пути вокругъ согрѣвающего свѣтила, никакихъ испаряющихся жидкостей не можетъ быть въ томъ случаѣ, если эти жидкости замерзаютъ въ ея полярныхъ странахъ и не подвергаются тамъ хотя бы періодическимъ оттаиваніямъ. Всѣ онѣ осядутъ у полюсовъ, какъ въ холодильникахъ нашихъ химическихъ ретортъ при перегонкѣ. Удержатся только тѣ жидкости, которыя не способны къ замерзанію даже и въ полярныхъ странахъ данной планеты.

На Землѣ, въ отличіе отъ ея меньшей сестры Луны, такого перпендикулярнаго положенія оси къ орбитѣ нѣтъ, а потому и климаты ея отличаются своей переменностью. Когда Земля проходитъ 1 іюля (нов. стиля) около самой дальней отъ Солнца точки орбиты, южный конецъ ея оси бываетъ отклоненъ отъ Солнца, а съ нимъ и южный холодный и умѣренный пояса, надъ которыми въ это время господствуютъ стужи и вьюги. Рядомъ съ ними, въ южной части тропическаго пояса, въ это время синѣетъ безоблачное небо и дуютъ южные пассатные вѣтры, а надъ сѣверною частью того же жаркаго пояса носятъ почти непрерывнымъ кольцомъ дождевыя облака изъ перегнанныхъ сюда водяныхъ газовъ съ южной, ясной части тропическаго пояса, гдѣ они растворились въ жаркомъ воздухѣ и выдѣляются теперь по другую сторону экватора, какъ будто это Солнце привело ихъ сюда съ собою.

И наоборотъ, когда 1 января (н. с.) земной шаръ проходитъ въ ближайшей къ Солнцу части своей орбиты, отъ Солнца бываетъ отклоненъ сѣверный полюсъ, и все, что мы описывали выше, и ясный сезонъ ближайшей стороны жаркаго пояса, и снѣга и льды холодныхъ странъ, переносятся сюда на сѣверъ, а на южномъ полушаріи господствуетъ надъ тропиками дождливый сезонъ, а далѣе къ югу—лѣто. Такимъ образомъ, наклоненіе земной оси къ плоскости ея орбиты производитъ то, что покровы льда и снѣга не могутъ залеживаться и безпредѣльно скопляться около сѣвернаго и южнаго полюсовъ, а перегоняются попеременно то на одно, то на другое полушаріе, какъ дистиллатъ въ системѣ двухъ соединенныхъ горлами химическихъ ретортъ, изъ которыхъ то одна, то другая попеременно нагрѣвается, а потомъ играетъ роль холодильника.

Всѣ такія перегонки производятъ многочисленныя теченія какъ въ земной атмосферѣ, такъ и въ океанахъ и, соединяясь съ другими факторами, каковы неровности и физическія особенности почвы, разнообразіе растительнаго покрова, неравномѣрность скоростей вращающагося земнаго шара въ его различныхъ широтахъ и т. д., вызываютъ такой рядъ осложненій, благодаря которымъ до сихъ поръ не удалось еще расчленивъ здѣсь всей суммы первичныхъ вліяній на отдѣльные слагающіе факторы, и такимъ образомъ сдѣлать возмо-

жнымъ предсказаніе общаго состоянія погоды для умѣренныхъ и холодныхъ поясовъ Земли, хотя бы съ точностью до недѣли. Прекрасной иллюстраціей этого служить приложенная діаграмма годичнаго количества выпавшей воды въ Парижѣ (рис. 281). На ней не видно, благодаря многочисленности причинъ, никакой правильности.

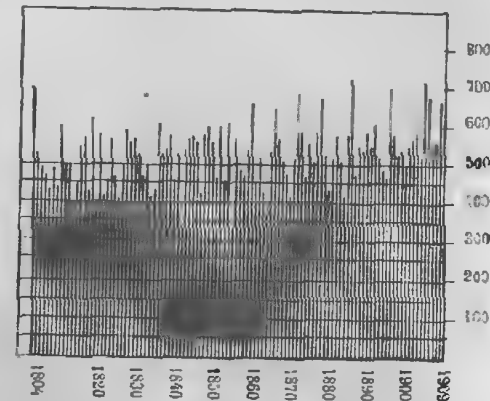


Рис. 281. Количество атмосферическихъ осадковъ отъ 1804 до 1909 гг. въ Парижѣ (изъ „Bullet. de la soc. Astron. de France“).

Мы только что сказали, что въ разгаръ нашей зимы и южнаго лѣта, 1 января н. ст., Земля находится въ своемъ ближайшемъ разстояніи отъ Солнца. Въ это время дискъ солнца достигаетъ для насъ величины 32'32". И наоборотъ, въ разгаръ нашего лѣта и южной зимы къ 1 іюля н. ст. Земля находится на самомъ дальнемъ своемъ разстояніи, и видимый нами дискъ Солнца уменьшается до 31'26".

Казалось бы, что эта разница должна смягчать жаръ нашего сѣвернаго лѣта и холодъ зимы и увеличивать контрастъ временъ года въ южномъ полушаріи, но выходитъ совсѣмъ наоборотъ. Въ южномъ полушаріи контрастъ менѣе, благодаря большому количеству воды, но взамѣнъ того климатъ тамъ, въ среднемъ, холоднѣе, чѣмъ въ сѣверномъ, и ледяной колпакъ около южнаго полюса во много разъ болѣе того, какой мы находимъ на сѣверномъ. Эта разница до нѣкоторой степени можетъ быть объяснена тѣмъ, что въ ближайшемъ своемъ разстояніи отъ Солнца Земля движется скорѣе, и потому южная весна и лѣто, въ среднемъ, на 8 дней короче нашихъ сѣверныхъ. Въ настоящее время еще нельзя рѣшить, достаточно ли этого, чтобъ объяснить сравнительно болѣе холодную температуру южнаго полушарія (у Марса, на примѣръ, аналогичное обстоятельство съ избыткомъ нейтрализуется большей близостью къ Солнцу, неизбежной въ перигелии), но если это такъ, то придется заключить, что, благодаря только что описанному нами колебанію земной оси, черезъ 10½ тысячъ лѣтъ будетъ совершенно обратное, такъ какъ разгаръ нашего сѣвернаго лѣта будетъ приходить тогда въ перигелии земной орбиты, а разгаръ южнаго лѣта въ афелии.

Въ такомъ случаѣ, тотъ ледниковый періодъ, который мы теперь видимъ на югѣ, перенесется къ намъ на сѣверъ и затѣмъ черезъ слѣдующія 10½ тысячъ лѣтъ снова уйдетъ на югъ. Уже не разъ этимъ явленіемъ пытались объяснить періодичность обледѣ-

ний, замѣчаемую при геологическихъ изслѣдованіяхъ въ нашихъ умѣренно-холодныхъ странахъ (рис. 282). Мы видимъ, что указанный періодъ менѣе періода полнаго круговаго колебанія земной оси, и сокращеніе происходитъ оттого, что перигелии и афелии земной орбиты тоже передвигаются. Явленіе это должно осложняться еще и тѣмъ, что эксцентрицитетъ земной орбиты тоже подверженъ періодическимъ вѣковымъ измѣненіямъ (см. табл. I, прил. къ стр. 666).

Кромѣ того, невольно приходитъ въ голову такая мысль. Земная ось лежитъ почти въ галактической плоскости. Значитъ, при обращеніи вмѣстѣ со всѣми окружающими ее звѣздами около Ве-



Рис. 282. Оледенѣніе сѣверной Европы въ великую ледниковую эпоху, по Неймайру и другимъ. Заштрихованныя мѣста означаютъ компактные массы льда.

ликаго центра Млечнаго пути, она должна по очереди подставлять ему то одинъ, то другой изъ своихъ полюсовъ. Не могутъ ли невидимые лучи этого центра вызвать періодическихъ чередованій климата на обоихъ полушаріяхъ, а вмѣстѣ съ ними и переливаній океановъ то къ югу, то къ сѣверу, къ скопляющимся громадамъ льдовъ?

Сравнивая климатическія условія на Землѣ съ климатическими условіями на ея небесной подругѣ—Лунѣ, мы находимъ въ нихъ поразительную разницу. Прежде всего, ось вращенія Луны почти перпендикулярна къ плоскости эклиптики. Ея экваторъ наклоненъ къ эклиптикѣ лишь около $1^{\circ}5$. Значитъ, на Лунѣ не можетъ быть всѣхъ тѣхъ измѣ-

неній времени года, какія мы наблюдаемъ на Землѣ. Ея годъ однообразенъ. Надъ ея экваторомъ Солнце каждые $29\frac{1}{2}$ дней проходитъ надъ вашей головой, а у полюсовъ дѣлаетъ вѣчные круговые обороты, лишь слегка поднимаясь или опускаясь надъ линіей горизонта. На сѣверномъ полюсѣ Луны есть горы Вѣчнаго свѣта, вершины которыхъ всегда то съ той, то съ другой стороны озарены солнцемъ.

При подобныхъ условіяхъ, если бъ на Лунѣ и была вода или какая-либо жидкость, температура плавленія которой ниже температуры полюсовъ, то она вся была бы перегнана на нихъ съ экваторіальныхъ областей и остла бы въ полярныхъ странахъ въ видѣ огромныхъ ледниковъ, если бы на Лунѣ была значительная атмосфера.

Но на Лунѣ нѣтъ атмосферы, поднимающейся даже на нѣсколько сотъ метровъ надъ ея поверхностью, или если есть, то чрезвычайно рѣдкая.

Правда, что нѣкоторыя изъ доказательствъ отсутствія атмосферы на Лунѣ основаны на недоразумѣніяхъ. Такъ, напримѣръ, не разъ наблюдали съ этой цѣлью покрытие Луной, при ея видимомъ движеніи по небу, различныхъ звѣздъ, ожидая увидѣть отклоненіе звѣзды отъ ея нормальнаго положенія въ моментъ покрытія вслѣдствіе преломленія звѣзднаго свѣта въ лунной атмосферѣ. Но при этомъ не было принято въ расчетъ, что лунная атмосфера должна летѣть мимо звѣзды съ огромной скоростью, а это можетъ сдѣлать ея преломляющее дѣйствіе такимъ кратковременнымъ, что нашъ глазъ не успѣетъ его даже и замѣтить. Представьте, напримѣръ, что въ то время, когда вы смотрите вдаль на свѣтящійся огонекъ, кто-нибудь махнулъ бы тамъ передъ нимъ палкой. При быстромъ взмахѣ вы никогда не замѣтили бы этого обстоятельства, какъ не замѣчаете спицы колесъ у быстро проѣзжающаго экипажа. Но вѣдь Луна летитъ въ пространствѣ со страшной скоростью—1017 метровъ въ секунду. Значитъ, если бъ ея атмосфера и была достаточно плотна, чтобы на высотѣ 100 метровъ оказать замѣтное преломляющее дѣйствіе, то прохожденіе этого слоя между вами и звѣздой продолжалось бы лишь $\frac{1}{10}$ доли секунды, т.-е. такой короткій промежутокъ времени, въ продолженіе котораго звѣзда успѣла бы лишь дрогнуть, да и самъ сдвигъ такой величины былъ бы почти не видимъ для васъ. Звѣзда при этихъ условіяхъ могла бы показаться вамъ только быстро перебросившейся на лунный дискъ, что не разъ и замѣчалось наблюдателями, но объяснялось тѣмъ, что ея яркій свѣтъ оставляетъ болѣе длящееся впечатлѣніе на ретинѣ нашего глаза, чѣмъ болѣе слабый свѣтъ луннаго диска, который поэтому и кажется слегка надвинувшимся на звѣзду.

Точно такъ же рѣзкость луннаго контура на Солнцѣ во время затмѣній могла бы растушеваться для нашего глаза лишь въ томъ случаѣ, если бъ замѣтное для насъ преломляющее дѣйствіе совершалось такимъ толстымъ слоемъ лунной атмосферы, который самъ непосредственно былъ бы видимъ нашимъ глазомъ. Это ясно изъ

приложенной схемы (рис. 283). Если бы нашъ глазъ видѣлъ, напримеръ, правую сторону луннаго контура по линіи A , а лѣвую по линіи B , то преломленные лунной атмосферой лучи A_1 и B_1 уже не попали бы въ него, а прошли бы мимо. Но если бы даже лучъ A_1 и попалъ въ чей-либо другой глазъ, стоящій около, то онъ смѣшался бы тамъ съ лучомъ, идущимъ по тому же пути отъ соответствующаго мѣста солнечнаго диска и тоже очерчивающимъ рѣзкій контуръ Луны. Отсюда ясно, что и на дискѣ Солнца лунная атмосфера могла бы быть замѣчена нами лишь въ томъ случаѣ, если бы мы могли видѣть ее и непосредственно, т.е. если бы эта атмосфера была достаточно плотна и туманна до высоты, превышающей 50 метровъ, да и то при наблюденіяхъ въ лучшіе изъ современныхъ телескоповъ. Впрочемъ, при фотографированіи солнечныхъ затменій на контурѣ Луны часто замѣчаются на снимкахъ дефекты,

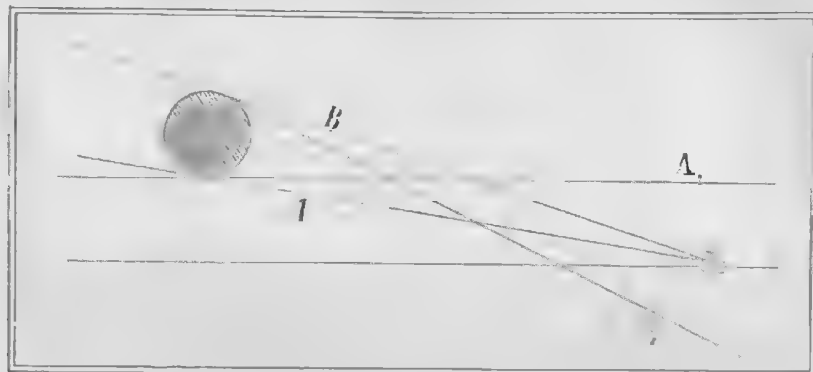


Рис. 283.

указывающіе на заворачиваніе лучей внутрь лунной тѣни въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ виднѣются за нею протуберансы (рис. 284).

Точно такъ же и замѣчаемая нами рѣзкость и чернота тѣней на Лунѣ болѣе указываютъ на необыкновенную чистоту ея рѣдкой атмосферы, чѣмъ на отсутствіе рефракціи, которая не можетъ проявить замѣтныхъ для насъ, на такомъ огромномъ разстояніи, результатовъ. А чистота атмосферы можетъ зависѣть никакъ не отъ отсутствія въ ней влажности, а лишь отъ отсутствія уже выдѣляющихся изъ воздуха видимыхъ водяныхъ паровъ, т.е. отъ легкаго тучеобразующаго процесса, могущаго происходить лишь въ плотныхъ газахъ и при полномъ насыщеніи, хотя бы нѣкоторыхъ частей данной атмосферы, водяными парами.

Только эти микроскопическія, зародышныя водяныя капельки и всевозможные носящіеся въ нашемъ воздухѣ пылинки и микробы, разсѣивая солнечный свѣтъ въ высотѣ атмосферы, и придаютъ нашимъ земнымъ тѣнямъ ихъ сѣроватый цвѣтъ вмѣсто нормальнаго чернаго. Но и на Лунѣ удивительная темнота видимыхъ нами тѣней

представляетъ не реальность, а болѣе оптическое явленіе. Вѣдь на дѣлѣ она всегда смягчается хотя бы свѣтомъ нашего собственнаго земнаго шара и отблескомъ свѣтлыхъ предметовъ на Лунѣ, а потому и самыя тѣни тамъ болѣе сѣры, чѣмъ кажутся намъ въ телескопы на такомъ далекомъ разстояніи.

Итакъ, отсутствіе на Лунѣ видимыхъ для насъ признаковъ атмосферы служить болѣе доказательствомъ ея чрезвычайной прозрач-

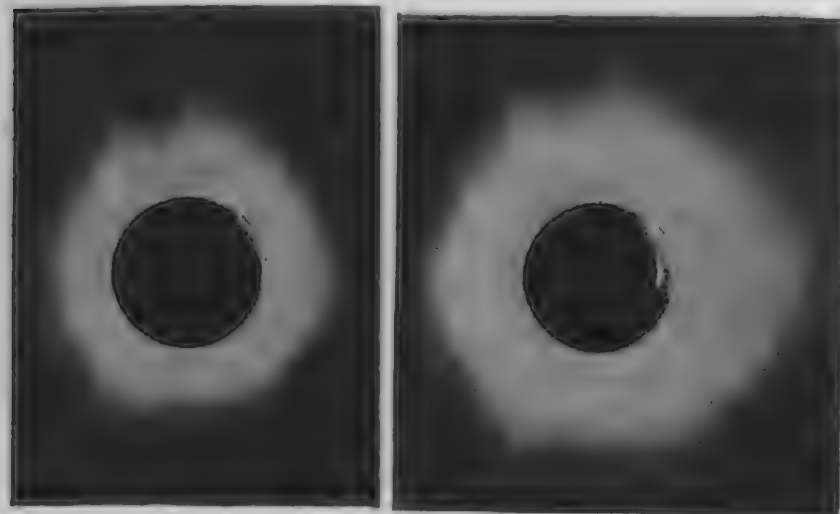


Рис. 284. Дефекты контуровъ Луны на Солнцѣ въ томъ мѣстѣ, гдѣ на Солнцѣ видны протуберансы. Снимки А. Ганскаго, при затменіи 30 авг. 1905 г.

ности, разрѣженности и сухости, вызванной почти вертикальнымъ положеніемъ лунной оси къ плоскости ея орбиты вокругъ Солнца, при чемъ всякій избытокъ влаги осялъ бы въ видѣ ледниковъ близъ ея полюсовъ. Точно такъ же и отсутствіе въ спектрѣ Луны какихъ-либо другихъ линій, кромѣ заключающихся въ солнечномъ спектрѣ и въ спектрѣ нашей земной атмосферы, указываетъ лишь на то, что и лунный воздухъ, если такой дѣйствительно есть, имѣетъ химическій составъ, одинаковый съ нашимъ, и потому его спектральныя линіи налегаютъ на наши земныя и сливаются съ ними.

Отсутствіе облаковъ обуславливаетъ на современной лунной поверхности отсутствіе и водяныхъ осадковъ и ихъ результатовъ, т.е. рѣкъ, ручьевъ и временныхъ и мѣстныхъ снѣжныхъ покрововъ. Тамъ можетъ быть только прозрачный, какъ стекло, ледъ безъ мельчайшихъ воздушныхъ пузырьковъ, туманящихъ нашъ земной. Возможны ли при этомъ бассейны какой-либо жидкости? Конечно, да, но только при температурѣ мало поднимающейся надъ температурой ея таянья, такъ какъ иначе ея пары создали бы тамъ свою собственную атмосферу.

Сверхъ того, необходимо принять во вниманіе, хотя съ роговыми, и кинетическую теорію газовъ. Она показываетъ, что водяной газъ уже не былъ бы въ состояніи удержаться около лунной поверхности, вслѣдствіе большой скорости поступательныхъ движеній у своихъ молекулъ при температурѣ выше таянья льда, и что онъ разсѣялся бы въ міровое пространство, если, кромѣ силъ тяготѣнія къ Лунѣ на устойчивость планетныхъ атмосферъ, не вліяютъ еще какіе-либо неизвѣстные намъ факторы. Присутствіе же такихъ факторовъ очень вѣроятно, такъ какъ въ міровомъ пространствѣ мы часто видимъ небольшія тѣла, въ родѣ кометъ, головы которыхъ даютъ, кромѣ сплошной спектральной полосы твердаго вещества, также и линіи газовъ, и однако эти газы не разсѣиваются во всѣ стороны въ пространство даже и на очень близкихъ разстояніяхъ отъ Солнца, гдѣ испареніе должно быть очень велико, и гдѣ одно тяготѣніе къ центру кометы не въ состояніи было бы сдержать даже самыхъ ничтожныхъ молекулярныхъ скоростей. У планетъ же, даже малыхъ, разсѣяныю атмосферъ, какъ будемъ говорить подробно далѣе, должно мѣшать и адіабатическое расширеніе ихъ нижнихъ слоевъ при подъемѣ вверхъ, при чемъ температура на периферіи атмосферы, разсуждая теоретически, должна бы понижаться почти до абсолютнаго нуля. А при этомъ не можетъ быть и разсѣянья вслѣдствіе ничтожности кинетизма молекулъ. Вотъ почему, примѣненіе выводовъ о д н о й кинетической теоріи газовъ къ составу планетныхъ атмосферъ или къ самому ихъ бытію и небытію не можетъ считаться вполне убѣдительнымъ.



Видъ перистыхъ облаковъ, сфотографированныхъ въ астрономическую трубу.



5. Значеніе атмосферы для планеты.

Нѣтъ ничего невозможнаго, что, въ случаѣ присутствія на Лунѣ чрезвычайно рѣдкой атмосферы, въ ней могутъ быть и растворенные (но не до насыщенія) водяные газы, а вмѣстѣ съ тѣмъ теоретически возможна и органическая жизнь, аналогичная земной, и даже очень богатая и разнообразная.

Дѣйствительно, разсмотрѣвъ условія современной жизни на нашей планетѣ, единственной, которую мы могли до сихъ поръ изучить въ этомъ отношеніи и по которой, слѣдовательно, должны судить и о другихъ, мы находимъ, что они до чрезвычайности разнообразны. Жизнь водворилась на Землѣ повсюду, и въ ея воздухѣ, и въ ея водѣ, и въ ея почвѣ, т.-е. при такихъ физическихъ условіяхъ, которыя, повидимому, совершенно исключаютъ другъ друга, такъ какъ почти всякое живое существо, животное или растеніе, приспособившись къ одной изъ этихъ срединъ, погибаетъ при перенесеніи его въ другую. Возможна ли жизнь при условіи чрезвычайной рѣdkости лунной атмосферы, если она по составу сходна съ нашей? Внѣ всякаго сомнѣнія—возможна. Пусть плотность кислорода, нужнаго для дыханія, тамъ въ тысячи разъ менѣе, чѣмъ въ нашей атмосферѣ, но она въ тысячи разъ меньше и въ нашей водѣ. И однако же, многообразныя рыбы, моллюски, гидромедузы, суставчатые животныя, черви, простѣйшіе, и цѣлый міръ подводныхъ растений прекрасно развиваются въ глубинѣ океана, рѣкъ и озеръ. Отсюда понятно, что совершенно такіе же организмы возможны и на Лунѣ, если на ней есть хоть слѣды кислорода, и если температура въ продолженіе 29-ти-дневныхъ лунныхъ сутокъ хоть немного поднимается выше нуля, такъ какъ и въ глубинѣ нашего океана, гдѣ господствуютъ роскошныя фауна и флора, температура во все время года близка лишь къ $+4^{\circ}$ С.

Это послѣднее обстоятельство приводитъ насъ къ вопросу и о температурѣ на поверхности Луны. Извѣстно, что въ земной атмосферѣ температура понижается по мѣрѣ ея разрѣженія, и что на опредѣленной высотѣ надъ уровнемъ океана вершины земныхъ горъ покрыты вѣчнымъ снѣгомъ. На основаніи этого приходили къ заключенію, что и на Лунѣ, гдѣ константа солнечной радіаціи та же самая, какъ у насъ вверху, а атмосфера не плотнѣе, чѣмъ у насъ на 50 километрахъ высоты, долженъ господствовать даже и подъ прямымъ дѣйствіемъ солнечныхъ лучей леденяшій холодъ, не ниже -90 градусовъ, при которомъ даже угольный ангидридъ замерзаетъ, а вода становится подобной кварцу.

Однако, нетрудно показать, что такой выводъ основанъ на недоразумѣніи. Пониженіе нашей температуры по направленію вверхъ есть слѣдствіе общаго закона распредѣленія тепловой энергіи въ атмосферѣ всякаго свѣтила по ея различнымъ уровнямъ. Изслѣдованія мѣстныхъ воздушныхъ теченій, особенно подвинувшіяся впе-

редь при современном быстром развитіи авіаціи, показали, что въ нашей атмосферѣ, кромѣ горизонтальныхъ движеній воздуха, постоянно происходятъ еще мѣстные вертикальные потоки, то подбрасывающіе летящіе аэропланы вверхъ, то внезапно влекущіе ихъ къ земной поверхности, и эти вертикальныя теченія бываютъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ слабѣе горизонтальныя вѣтры, т.-е. преобладаютъ въ тихую ясную погоду. Каковы должны быть температурныя послѣдствія такихъ теченій? Они совершенно ясны.

Определенный объемъ воздуха у поверхности свѣтила, содержащій въ себѣ определенное количество калорій теплоты, поднимаясь вверхъ въ болѣе рѣдкіе слои, испытываетъ тамъ меньшее давленіе, чѣмъ внизу. Часть заключенной въ немъ теплоты, совершивъ работу разрѣженія, превращается въ немъ въ особый родъ его потенциальной энергіи. А съ уменьшеніемъ количества теплоты въ данномъ объемѣ вещества, понижается и его температура. Значитъ, воздухъ, поднимаясь съ поверхности планеты въ верхніе слои ея атмо-

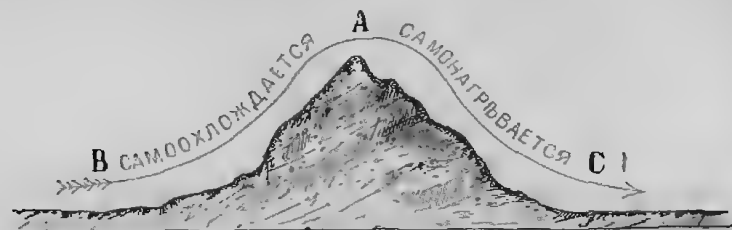


Рис. 285. Адиабатическій процессъ при перевалѣ вѣтра черезъ гору (оригин. рис. автора).

сферы, долженъ обязательно охлаждаться по определенному закону, хотя бы температура междупланетной среды вверху и была выше той, до которой онъ охладился. И наоборотъ. При нисходящемъ движеніи въ болѣе плотные слои, потенциальная энергія сближающихся частицъ переходитъ въ калорическую, и тотъ же объемъ воздуха, даже ничего въ это время не получившаго отъ Солнца (напримѣръ, ночью) становится теплѣе. Вотъ почему, въ земной атмосферѣ постоянно происходятъ такія явленія, которыя по внѣшности противорѣчатъ второму закону термодинамики, говорящему, что „теплота можетъ передаваться только отъ болѣе нагрѣтаго тѣла къ болѣе холодному“. Представимъ себѣ Кавказскій хребетъ, когда черезъ него дуетъ сѣверный холодный вѣтеръ. Непосредственные солнечные лучи, конечно, нагрѣваютъ его снѣжныя вершины сильнѣе, чѣмъ глубже лежащая предгорья В и С (рис. 285) и, если бы воздухъ превратился вдругъ въ твердое состояніе, вершины и перевалы хребта, конечно, получили бы болѣе высокую температуру, чѣмъ глубинные слои, какъ это бываетъ въ океанѣ. На дѣлѣ же происходитъ совсѣмъ обратное. Сѣверный холодный вѣтеръ В при подъемѣ на перевалъ

А расширяется и дѣлается леденящимъ. Благодаря этому, онъ снимаетъ съ перевала и съ окружающихъ вершинъ большую часть полученной ими отъ Солнца теплоты и, оставивъ ихъ, такимъ образомъ, въ состояніи оледенѣнія, направляется внизъ—на югъ, въ Закавказье. Спустившись тамъ до прежняго уровня и снова сжавшись, онъ естественно возвращаетъ себѣ и первоначальную свою температуру, какой обладалъ на сѣверномъ предгорьѣ и, кромѣ того, выделяетъ и ту теплоту, которую онъ взялъ со снѣжныхъ вершинъ Кавказскихъ горъ, такъ что, переваливъ черезъ снѣжныя горы, слѣлался отъ этого лишь болѣе нагрѣтымъ. Въ результатѣ и выходитъ, что горы передаютъ часть теплоты своихъ снѣжныхъ вершинъ (все-таки обладающихъ абсолютной температурой свыше 250° abs.) несравненно болѣе горячимъ южнымъ странамъ при сѣверныхъ вѣтрахъ, и ясно, что такое кажущееся извращеніе второго закона термодинамики должно происходить въ атмосферѣ планетъ всякій разъ, когда черезъ ихъ горы переваливаетъ куда бы то ни было вѣтеръ, а это бываетъ постоянно. Вотъ почему горныя вершины и не могутъ никогда нагрѣться, хотя бы до температуры ихъ подножій, болѣе горячими у нихъ, чѣмъ внизу, солнечными лучами, вотъ почему не можетъ нагрѣться вверху и наша атмосфера. Отсюда же ясны и слѣдующіе выводы: 1) При болѣе рѣдкой, низкой, а слѣдовательно, и прозрачной газовой оболочкѣ свѣтила, поверхность его почвы должна нагрѣваться непосредственными солнечными лучами болѣе, чѣмъ при густой. 2) Благодаря контактному дѣйствию почвы на такомъ свѣтилѣ, должны болѣе нагрѣваться и прилегающіе къ ней низшіе слои рѣдкой атмосферы; а затѣмъ 3) законъ постоянного пониженія температуры по направленію кверху долженъ вступить и здѣсь въ свои полныя права и сдѣлать вершины большихъ горъ такой планеты точно такъ же покрытыми снѣгомъ, если воздухъ достаточно насыщенъ водяными парами для того, чтобы ихъ выделять на этой высотѣ, и если горизонтальныя теченія, т.-е. вѣтры, въ данной атмосферѣ достаточно сильны для того, чтобы при перевалахъ черезъ горы постоянно снимать съ ихъ поверхностей получаемую ими непосредственно солнечную теплоту и передавать ее ниже лежащимъ мѣстностямъ, производя ихъ дополнительное нагрѣванье на счетъ горныхъ вершинъ. Отсюда ясно, что и на Лунѣ, если она имѣетъ очень низкую и рѣдкую атмосферу, средняя температура почвы отъ солнечнаго нагрѣванія должна быть, для тѣхъ же самыхъ широтъ, выше земной. При этомъ температура невидимаго нами полушарія должна быть нѣсколько выше обращеннаго къ намъ, потому что солнце бываетъ въ зенитѣ ея середины, когда Луна находится между Землей и Солнцемъ, т.-е. ближе къ Солнцу на цѣлый діаметръ лунной орбиты. Разсмотримъ теперь вліяніе излученія на температуру обѣихъ планетъ-сестеръ. На основаніи закона термодинамики, что теплота всегда передается отъ болѣе нагрѣтаго болѣе холодному физическому тѣлу, и что никакихъ фактовъ передачи

теплоты раздѣляющему земныя тѣла или находящемуся въ нихъ свѣтоносному эйру мы не знаемъ (напротивъ, все говоритъ за то, что такой передачи нѣтъ, такъ какъ эйръ все проникаетъ, и потому, если бы былъ способенъ къ нагрѣванію, отнялъ бы быстро теплоту у всѣхъ тѣлъ), приходится заключить, что этотъ эйръ абсолютно не теплоемокъ, т.-е. что его атомамъ или молекуламъ несвойственны совсѣмъ тѣ безпорядочныя поступательныя движенія, которыя обуславливаютъ повышенія и пониженія температуръ у наблюдаемыхъ нами тѣлъ. Если бъ этого не было, если бъ эйръ былъ способенъ къ нагрѣванію и охлажденію, то, при работѣ нашихъ машинъ и при всѣхъ другихъ перемѣщеніяхъ теплоты въ природѣ, наблюдался бы ея утокъ неизвѣстно куда, потеря ея запаса, видимо нарушающая законъ сохраненія энергіи, лежащій въ основѣ всей нашей физики „вѣсомыхъ тѣлъ“. Но такого явленія еще никогда не наблюдалось, а потому и говорить о передачѣ теплоты Солнца, Луны, Земли или какого бы то ни было свѣтила окружающему ихъ міровому эйру, путемъ контакта или путемъ излученія въ него, является теперь пережиткомъ прошлаго, страннымъ для нашего времени недоразумѣніемъ.

На основаніи общихъ законовъ физики, всякое поле волненія, разъ возникшее отъ первоначальнаго толчка въ абсолютно упругой средѣ, будетъ ли оно колебательное или электромагнитное, должно само себя поддерживать безъ конца, такъ какъ здѣсь нѣтъ окончательнаго передвиженія массъ въ другія мѣста, а только простая игра взаимно борющихся силъ упругости. Если бъ въ водѣ не было внутренняго тренія, и соотвѣстственнаго перехода волнообразнаго движенія въ теплоту воды, то всякій деревянный шарикъ, упавшій на ея поверхность, вызвалъ бы въ ней безконечный рядъ волнъ, уменьшающихся въ высотѣ по мѣрѣ своего удаленія, и самъ былъ бы ритмически подбрасываемъ центромъ этихъ волнъ и качался бы на немъ, какъ лодочка на морѣ, безъ конца. То же самое должно быть и въ свободномъ міровомъ эйрѣ. Всякая всколыхнувшаяся въ немъ молекула должна вызвать въ немъ поле волненій, поддерживающее само себя и побуждающее всколыхнувшую его молекулу продолжать безъ конца и свои колебанія. Это мы и замѣчаемъ, напримѣръ, въ міровыхъ туманностяхъ или хвостахъ кометъ, гдѣ отсутствіе столкновеній молекулъ, вслѣдствіе обособленности ихъ массъ, не даетъ затухать ихъ свѣтовымъ колебаніямъ и, такимъ образомъ, позволяетъ имъ свѣтиться даже и при чрезвычайно низкихъ температурахъ, т.-е. при очень рѣдкихъ столкновеніяхъ ихъ молекулъ.

Итакъ, калорическая энергія свѣтилъ, обуславливающаяся хаосомъ всевозможныхъ поступательныхъ движеній ихъ молекулъ, переходя при столкновеніяхъ этихъ молекулъ въ вибраціонную энергію (по образцу двухъ столкнувшихся колокольчиковъ), можетъ излучаться въ окружающее пространство лишь въ томъ случаѣ,

если въ немъ есть, кромѣ мірового эйра, еще космическая пыль, метеориты, кометы или планеты. Только ихъ поверхностными слоями лучистая энергія источника излученія и можетъ поглощаться безъ отраженія обратно, а это зависитъ, во-первыхъ, отъ цвѣта ихъ поверхностей, а, во-вторыхъ, и отъ разности ихъ температуръ и температуры источника лучистой теплоты.

Значить, и всѣ вычисленія относительно времени, когда наступитъ полное охлажденіе солнца, вслѣдствіе излученія его теплоты въ пространство или въ самый носитель излученія, являются чисто фантастическими, такъ какъ предполагаютъ, что лучистая энергія солнца поглощается окружающимъ эйромъ, какъ падающая на землю поглощается нашей землею или даже болѣе, какъ сажай или углемъ, оставляя безъ вниманія, что эйръ не теплоемокъ и не можетъ трансформировать лучистую энергію въ калорическую. Несомнѣнно, что и Солнце и Земля могутъ быстро терять излученіемъ калорическую энергію своихъ поверхностныхъ слоевъ, а за ними и болѣе внутреннихъ, лишь тогда, когда солнечная система проходитъ черезъ области, богатая холодной космической пылью или метеоритами, и очень возможно, что этимъ объясняются, помимо вышеприведенныхъ качаній земной оси, ледниковые періоды. Но замѣнь этого всѣ свѣтила могутъ получать и повышеніе температуръ, когда въ данной области пространства находятся сильно нагрѣтыя, хотя бы и мелкія пылинки. А излучить „въ эйръ“ ни Земля, ни Солнце не могутъ ни одной калоріи. Соотвѣтственно съ этимъ, и пониженіе температуры нашего воздуха по ночамъ приходится приписывать не исключительно излученію теплоты земной поверхностью въ „міровое пространство“, а, главнымъ образомъ, излученію его въ верхніе слои нашей же собственной атмосферы, всегда тамъ сильно охлажденной благодаря уже указаннымъ адиабатическимъ причинамъ. Этими адиабатическими свойствами атмосферы, стремящимися сосредоточить ея теплоту въ своихъ нижнихъ слояхъ на счетъ верхнихъ, и излученіемъ нагрѣтой, такимъ образомъ, свыше должной нормы земной поверхности (стремящейся возратить излученіемъ избыточную температуру верхнимъ слоямъ атмосферы) легко объясняются всѣ особенности наблюдаемыхъ нами измѣненій земной температуры.

Возьмемъ, прежде всего, ея суточные колебанія. Если небо въ данной мѣстности прикрыто сплошными облаками, начинающимися часто не выше километра, охлажденіе земной поверхности ночью путемъ излученія обыкновенно бываетъ ничтожно, и росы не бываетъ. Происходитъ это, во-первыхъ, оттого, что на такой незначительной высотѣ температура воздуха не особенно низка, а во-вторыхъ, и оттого, что выдѣленіе водяныхъ паровъ всегда вызываетъ въ данномъ объемѣ воздуха повышеніе температуры. Вотъ почему, аэростатъ, когда онъ ночью спускается сверху на облако, начинаетъ плыть по немъ, такъ какъ

болѣ высокая температура облака производитъ расширеніе газа, заключающагося въ шарѣ.

Понятно, что такая собственная дополнительная теплота облачного слоя можетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ совершенно приравнять его температуру къ температурѣ земной поверхности или превзойти ее, и тогда лучистой теплотѣ Земли нечѣмъ будетъ поглощаться вверху, и она возвратится обратно неіприкосновенною. Но предположимъ, что ночью облачный покровъ разсѣялся, и открылись верхніе слои атмосферы, получившіе отъ расширенія поднявшагося туда передъ этимъ воздуха леденящую температуру. Понятно, что лучи земной поверхности сейчасъ же будутъ переносить туда ея увеличенную обратными теченіями и дневными солнечными лучами теплоту и нагрѣютъ верхніе слои выше естественнаго ихъ состоянія на данной высотѣ, а сами соотвѣтственно охладятся, вслѣдствіе чего произойдетъ выдѣленіе росы на всѣхъ остріяхъ листовъ или особенно сильно излучающихъ выступахъ и ворсинкахъ растений. Потомъ, когда черезъ 12 часовъ эта часть земной поверхности повернется снова къ Солнцу, и его лучи начнутъ ее нагрѣвать, вызывая разрѣженіе прилегающаго воздуха и его потоки вверху, тогда обратныя нисходящія теченія воздуха могутъ снова привести верхніе слои атмосферы въ соприкосновеніе съ земной поверхностью, и въ такомъ случаѣ они сами, нагрѣвшись отъ пониженія, возвратятъ земной поверхности отнятую у нея ночью теплоту и, слѣдовательно, дополнительно нагрѣютъ „сегодняшній день“ на счетъ „вчерашней ночи“, что постоянно и случается. Потеря теплоты излученіемъ въ міровое пространство можетъ составлять только очень малую долю этихъ кажущихся еженочныхъ потерь, сводящихся, главнымъ образомъ, на перемѣщеніе калорической энергіи съ однѣхъ высотъ на другія въ той же самой земной оболочкѣ.

Въ полномъ согласіи съ этимъ выводомъ находятся и результаты новѣйшихъ изслѣдованій верхнихъ слоевъ нашей атмосферы съ помощью аэростатовъ и воздушныхъ шаровъ-зондовъ, достигавшихъ съ самопишущими приборами до высоты 30 километровъ. Вотъ, въ какомъ видѣ рисуютъ они намъ теперь строеніе нашей газовой оболочки.

Вертикальныя воздушныя теченія, повидимому, рѣдко поднимаются выше 8—16 километровъ отъ земной поверхности, потому что далѣе этой высоты температура не только не понижается по адиабатическому закону, но остается постоянной или даже повышается. Нижняя граница такого изотермическаго слоя колеблется въ зависимости отъ географической широты и отъ времени года. Подъ экваторомъ онъ начинается около 15—16 километровъ надъ уровнемъ почвы, а у сѣвернаго полярнаго круга около 8—9 километровъ, въ Средней Европѣ около 11 километровъ.

Интересно, что его температура всего выше въ полярныхъ странахъ (отъ 50° — 60°) и всего ниже въ экваторіальныхъ (около

— 70°), почему этотъ слой и назвали верхнимъ обращеннымъ. Вообще говоря, у поверхности земли средняя температура надъ экваторомъ $+25^{\circ}$, а на семидесятой сѣверной параллели — 10° , т.-е. опускается на 35° . На высотѣ около 10 километровъ всякая разница по широтамъ исчезаетъ, а на высотѣ 16 километровъ температура на семидесятой сѣверной параллели уже на 21° выше температуры надъ экваторомъ.

Метеорологъ Гемфри и думаетъ, что отъ дѣйствія ультрафіолетовыхъ лучей и вообще сильной солнечной радіаціи воздухъ въ верхнихъ слояхъ сильно іонизированъ и озонированъ отъ постоянно происходящихъ тамъ тихихъ разрядовъ, результатомъ которыхъ бываютъ и полярныя сіянія. Значитъ, вся высота нашей атмосферы, особенно въ полярныхъ областяхъ, наполнена, словно фотосферой, сплошными облаками іонизированнаго кислорода и озономъ, какъ результатомъ тихихъ разрядовъ кислородныхъ іоновъ. Въ эту-то холодную оболочку, какъ думаетъ Гемфри, и идетъ лучеиспусканіе земной поверхности, чѣмъ вмѣстѣ съ избыточной солнечной радіаціей и поддерживается ея повышенная температура.

Слѣдовательно, нашъ выводъ, что ночное излученіе идетъ въ высоту нашей атмосферы (а не въ „пространство“), можно считать подтвержденнымъ даже и экспериментально.

Точно такъ же и при годичныхъ переносахъ лѣта и зимы съ сѣвернаго полушарія на южное и обратно первостепенную роль могутъ играть тѣ же самыя адиабатическія явленія въ нашей атмосферѣ и ея господствующія теченія. Нетрудно прослѣдить здѣсь два важнѣйшіе фактора температурныхъ измѣненій. Первымъ изъ нихъ является тропическій поясъ. Само собой понятно, что солнечные лучи сильнѣе всего нагрѣваютъ тѣ тропическія части земной поверхности, при доступѣ къ которымъ они встрѣчаютъ меньшій слой воздуха, т.-е. гдѣ въ полдень пронизываютъ ее перпендикулярно. Въ равноденствія это бываетъ надъ экваторомъ, при сѣверномъ солнцестояніи надъ сѣвернымъ, а при южномъ—надъ южнымъ тропикомъ. Значитъ, полоса наибольшаго нагрѣванія почвы и испаренія водъ ежегодно передвигается отъ юга къ сѣверу и обратно. Соприкасающійся съ ней воздухъ тоже нагрѣвается и поднимается, насыщенный водяными парами, вверху. Оттуда онъ расходится въ высотѣ двумя антипассатами, сѣверовосточнымъ и юговосточнымъ, на разстояніи нѣсколькихъ сотъ километровъ. Опускаясь на границахъ этой области, онъ приноситъ туда теплоту, пріобрѣтенную имъ у полосы наибольшаго нагрѣванія тропическаго пояса, при чемъ влага, выдѣлившаяся на его пути въ поясъ непрерывнаго дождевого сезона, присоединяетъ къ этой теплотѣ также и ту, которую вода заимствовала въ океанѣ при своемъ испареніи. Понятно, что когда поясъ наибольшаго нагрѣванія передвигается на югъ, обѣ параллельныя ему границы пассатовъ переносятся тоже южнѣе и наоборотъ. Благодаря этому, и теплота, выдѣленная внизу антипассатами,

при ихъ опусканіи къ земной поверхности, кочуетъ вмѣстѣ съ солнцемъ то къ сѣверу, то къ югу.

Другимъ первостепеннымъ климатическимъ факторомъ являются полярныя страны, такъ какъ попеременно то на одномъ изъ полюсовъ, то на другомъ, господствуютъ долгая непрерывная ночь и долгій непрерывный день. Возьмемъ сначала полюсъ въ состояніи его полугодиной ночи. Теплота земной поверхности, излучаемая почвой (абсолютная температура которой всегда выше 200°C .), въ верхніе слои атмосферы не вся возвращается тутъ же внизъ нисходящими теченіями и, по какому бы направленію ни дулъ вѣтеръ, всегда относятся къ югу, такъ какъ всякій вѣтеръ съ сѣвернаго полюса является сѣвернымъ, т.е. дуетъ къ югу и больше никуда. Въ результатъ является очагъ мѣстнаго охлажденія даже и при отсутствіи замѣтнаго излученія въ пространство, и абсолютная теплота полярныхъ ледниковъ, благодаря тѣмъ же адиабатическимъ причинамъ, зависящимъ отъ поднимающихся и опускающихся на нихъ вѣтровъ, передается постепенно, какъ съ горной вершины, южнымъ болѣе теплымъ странамъ. То же самое въ меньшей степени относится и къ сѣверному умеренному поясу, гдѣ преобладаетъ ночь надъ днемъ во все зимнее полугодіе.

Совсѣмъ наоборотъ бываетъ въ это время въ южномъ полушаріи. На южномъ полюсѣ Солнце въ это время не заходитъ, но оно никогда не поднимается выше $23\frac{1}{2}^{\circ}$ и, слѣдовательно, чтобы достигнуть до почвы, лучамъ приходится пронизать значительныя толщи воздуха, вслѣдствіе чего и нагреваніе почвы здѣсь очень слабо. Но взамѣнъ того солнечныя лучи сильно поглощаются тѣми верхними слоями атмосферы, которые въ ночное время служатъ главнымъ пріемникомъ излученія земной поверхности. Нагрѣвшись отъ солнца, они перестаютъ быть и холодильниками лежащей подъ ними почвы, и, такимъ образомъ, на нее начинаетъ постепенно перекачивать вмѣстѣ съ вѣтрами тепло съ охлаждающагося въ это время сѣвера до тѣхъ поръ, пока солнце, снова перешедшее на сѣверъ, не перемѣнитъ картины въ обратную. Еще болѣе это имѣетъ мѣсто въ тѣхъ значительно удаленныхъ отъ полюсовъ странахъ, въ которыхъ есть сплошной растительный покровъ. Солнечныя лучи совершаютъ въ немъ химическую работу, разлагая угольный ангидридъ и воду на кислородъ и углеводородныя соединения, составляющіе основу современной органической жизни на Землѣ, а потому и нагреваніе поверхности въ этотъ періодъ происходитъ слабѣе нормальнаго.

Отсюда можно вывести, что существующая въ настоящее время средняя температура земного шара уменьшается излученіемъ въ метеориты и космическую пыль, носящуюся въ мировомъ пространствѣ, и пополняется ежегодно солнцемъ вовсе не въ такой значительной степени, какъ это принято думать. Температурныя измѣненія на Землѣ, какъ и на остальныхъ небесныхъ свѣтилахъ, несравненно болѣе обусловлены простымъ перекачиваніемъ теплоты съ мѣста

на мѣсто, вслѣдствіе оригинальныхъ условій строенія атмосферъ у планетъ и звѣздъ, заставляющихъ теплоту въ нихъ двигаться наперекоръ второму закону термодинамики.

Когда мы приложимъ все это къ Лунѣ, то сдѣлаемъ слѣдующіе выводы о температурѣ и физическомъ состояніи ея поверхности. На Лунѣ, какъ мы видимъ, нѣтъ времени года вслѣдствіе очень малаго наклоненія ея экватора къ эклиптикѣ. На ней нѣтъ напора вѣтровъ, такъ какъ даже при скорости ея предполагаемыхъ пассатовъ, равносильной нашей бурѣ (до 40 метровъ въ секунду) чрезвычайная разреженность ея атмосферы (не болѣе 2 мм. ртутнаго столба) произвела бы на предметы такой малый напоръ, что не подняла бы съ лунной почвы даже и пылинки и, такимъ образомъ, не дала бы импульса къ образованію облаковъ, если въ лунной атмосферѣ существуетъ растворенный водяной газъ даже въ насыщающемъ количествѣ. При почти абсолютной чистотѣ такой атмосферы и ея высотѣ, не превосходящей $1/400$ земной и пропускающей тепловые лучи солнца почти безъ поглощенія, не можетъ быть и передачъ излученіемъ въ верхніе слои атмосферы почвенной теплоты, приобретенной Луною во время ея двухнедѣльнаго дня. Слѣдовательно, и охлажденіе почвы во время двухнедѣльной лунной ночи можетъ зависѣть лишь отъ излученія въ нашу землю (если температура земной поверхности ниже лунной) и въ другія мимолетающія міровыя тѣла и тѣльца, такъ что въ результатъ температурная разниа лунной поверхности днемъ и ночью можетъ оказаться сравнительно невеликой, и ея убыль излученіемъ можетъ покрываться солнечной радіаціей даже и при довольно высокой средней температурѣ почвы. Не этому ли нужно приписать и то, что мы не замѣчаемъ почти никакой разницы въ климатологическомъ состояніи различныхъ мѣстностей Луны въ то время, когда надъ ними только что восходитъ Солнце, и въ то время, когда оно уже высоко стоитъ надъ ихъ горизонтомъ? Не этому ли надо приписать и сходство въ окраскѣ полярныхъ странъ луны съ экваторіальными?

Таковы наши современныя метеорологическія знанія и представленія о Лунѣ. Чтобы понять ея геологическое состояніе, намъ нужно, прежде всего, сравнить строеніе ея твердыхъ частей съ земными.



Древняя карта Земли по Лелевелю

6. Видъ земной поверхности.

Если бы мы взглянули съ Луны на нашу Землю, то замѣтили бы на ней очень оригинальную особенность. Со середины видимой нами поверхности Луны Земля показалась бы лунному жителю висящей, слегка покачиваясь каждый мѣсяцъ надъ его головой, почти всегда на томъ же мѣстѣ его небеснаго свода. Съ краевъ видимаго нами луннаго диска она казалась бы всегда на горизонтѣ, то восходя надъ нимъ, но очень невысоко, то заходя подъ него, но не глубоко. Затѣмъ съ каждаго отдѣльнаго мѣста обращенной къ намъ половины Луны Земля была бы видна на различной высотѣ надъ горизонтомъ, но опять слегка покачивающейся на своемъ опредѣленномъ мѣстѣ. Причина этого мало измѣняющагося мѣстопробыванія планеты Земли надъ луннымъ горизонтомъ заключается, конечно, въ томъ, что Луна всегда обращена къ Землѣ одной своей стороной, а покачиваніе обуславливается тѣмъ, что сама поверхность Луны намъ кажется съ Земли ежемѣсячно качающейся, какъ маятникъ, вслѣдствіе того, что Луна вращается вокругъ своей оси равномерно, а обращается вокругъ общаго съ Землею центра съ различными скоростями въ различныхъ мѣстахъ своей орбиты, хотя и въ точности въ тотъ же самый періодъ времени.

Земля представлялась бы жителю Луны вчетверо большею діаметромъ, чѣмъ намъ Луна, и никогда не сохраняла бы въ своихъ деталяхъ того же самаго вида. Каждые 24 часа 51 минуту она совершала бы передъ его глазами полный оборотъ своей поверхности, показывая ему то Европу съ Африкой, то обѣ Америки, то Азію съ Австраліей, а затѣмъ снова Европу съ Африкой и т. д. Около земного экватора все время лежали бы длинныя бѣлыя полосы облаковъ, окружающія однимъ или нѣсколькими кольцами тропическій поясъ и ежегодно передвигающіяся то къ сѣверу, то къ югу отъ экватора. Въ умѣренныхъ и холодныхъ странахъ Земли всегда лежало бы нѣсколько мѣстныхъ бѣлыхъ облачныхъ полосъ, болѣе быстро перемѣщающихся и вытянутыхъ отъ запада къ востоку, не говоря уже о скопленіяхъ перистыхъ и кучевыхъ облаковъ, то здѣсь, то тамъ закрывающихъ зеленоватую поверхность земныхъ континентовъ, или темноватую глубину морей, сквозь которыя были бы видны еще лучше, чѣмъ съ нашихъ воздушныхъ шаровъ, всѣ значительныя особенности морского дна, кажушіяся съ Луны туманными лишь на очень большихъ глубинахъ, да и то вслѣдствіе мути, примѣшивающейся къ нашей водѣ отъ ея теченій¹⁾. Послѣ многихъ наблюденій лунный обитатель могъ бы снять съ земли, какъ мы сняли съ

¹⁾ Известно, что съ высоты воздушныхъ шаровъ море кажется прозрачнымъ, и потонувшіе предметы даже при волнахъ видны на его днѣ, и притомъ, чѣмъ выше наблюдатель, тѣмъ лучше.

Марса, полную географическую карту, и тогда онъ отмѣтилъ бы на ней важныя особенности. Среди покрывающихъ Землю морей, прежде всего, идутъ отъ сѣвера къ югу три пары зеленоватыхъ треугольниковъ, острія которыхъ направлены къ югу. Первая пара—это Сѣверная Америка (вмѣстѣ съ присоединяющейся къ ней Гренландіей) и Южная Америка. Почти на противоположной сторонѣ повтореніемъ Южной Америки показалась бы ему Австралія, а повтореніемъ Сѣверной Америки—Азія. Малайскій же архипелагъ, соединяющій оба эти континента, показался бы соответствующимъ Вестъ-Индскому архипелагу и Панамскому перешейку. Скандинавія напомнила бы ему Аляску американской территоріи. Только Африка, аналогичная по своему виду Южной Америкѣ, показалась бы ему одиночнымъ подвѣскомъ къ парѣ Азія-Австралія, подобнаго которому онъ не нашелъ бы въ Тихомъ океанѣ, къ западу отъ обѣихъ Америкъ. Но взамѣнъ

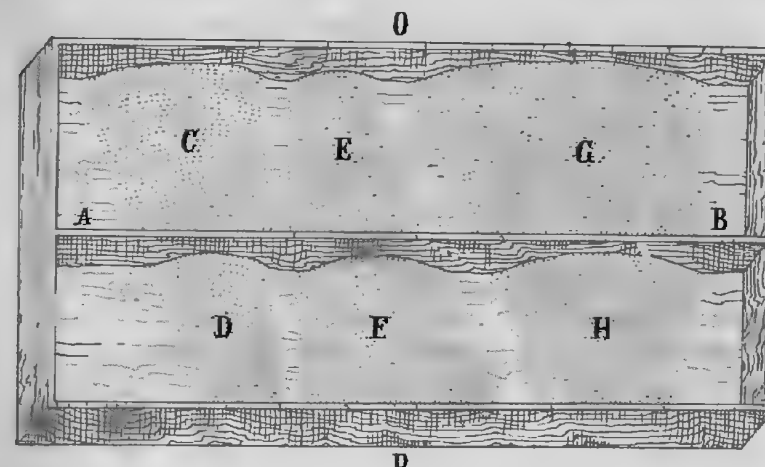


Рис. 286. Первая схема образованія континентовъ (ориг. рис. автора).

того, при лучшихъ телескопахъ, онъ обнаружилъ бы тамъ архипелаги мелкихъ острововъ, указывающіе на возвышеніе морского дна въ этомъ мѣстѣ. Такимъ образомъ, ему было бы ясно, что образованіе земныхъ континентовъ подчинено нѣкоторому общему закону.

Дѣйствительно, заостреніе всѣхъ трехъ южныхъ материковъ по направленію къ югу и обиліе воды, перехлынувшей на южное полушаріе, приводитъ къ заключенію, что первое обстоятельство можетъ зависѣть отъ второго. Возьмите, на примѣръ, длинное глубокое блюдо, раздѣлите его линейкой АВ во всю длину (рис. 286). Линейку эту укрѣпите замазкой, такъ чтобы передняя сторона блюда представляла совершенно отдѣльный бассейнъ. Потомъ сдѣлайте изъ глины, или изъ чего хотите, два косыя низкія валообразныя возвышенія не выше краевъ блюда, понижающіяся немного въ обѣ стороны и къ концамъ Р, какъ это показано на рисункѣ, а между ними меньшей величины валъ, понижающійся къ сторонѣ Q. Затѣмъ

налейте въ блюдо воды, окрашенной, напимѣръ, синими чернилами, въ оба бассейна, такъ чтобы она залила ваши глиняныя возвышенности до половины. Поднимите сторону Q блюда какой-нибудь подставкой для того, чтобы вода совсѣмъ залила тѣ части возвышенностей, которыя идутъ къ сторонѣ Р. Тогда (при соотвѣтственно подобранной высотѣ валовъ и при достаточномъ дополнительномъ поднятіи и правой стороны В) вы увидите, что выдающіяся изъ воды части лѣваго вала (рис. 287) примутъ видъ двухъ Америкъ (С и Д); правый валъ дастъ подобіе Азіи и Австраліи, а изъ двухъ частей средняго вала передняя болѣе низкая Е потонетъ совсѣмъ и дастъ только рядъ вершинъ, если вы усадите ее маленькими крупинками, а болѣе высокая F приметъ форму Африки.

Отсюда ясно, что клиновидная форма южныхъ континентовъ легко объясняется тѣмъ, что вода южнаго полушарія по какимъ-то

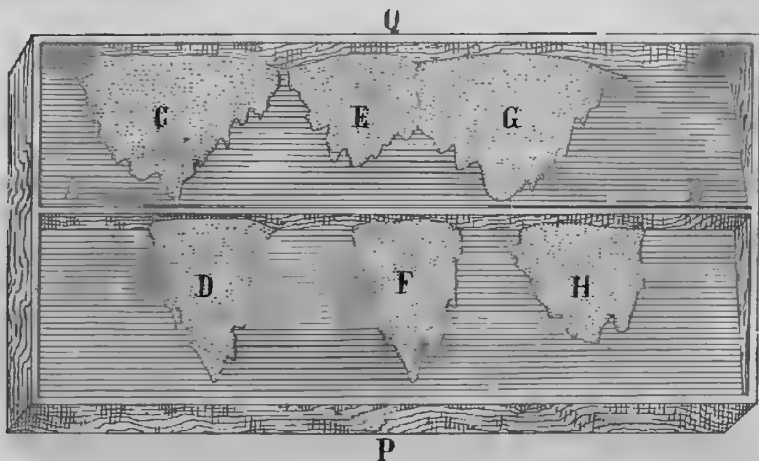


Рис. 287. Вторая схема образованія континентовъ (ориг. рис. автора).

причинамъ перелилась въ настоящее время къ южному полюсу, а на сѣверномъ полушаріи въ менѣе рѣзкомъ видѣ произошло аномальное поднятіе уровня морей на линіи, соединяющей Вестъ-Индскій архипелагъ, Южную Европу и Зондскій архипелагъ.

Таковы общіе абрисы континентовъ земной поверхности, какъ они могли бы быть отмѣчены съ Луны простымъ глазомъ. Но, кромѣ нихъ, оттуда же могли бы быть обнаружены въ астрономическія трубы и болѣе мелкія детали, особенно въ то время, когда надъ данной мѣстностью заходитъ Солнце, и всѣ возвышенности бросаютъ отъ себя длинныя темныя тѣни.

Прежде всего оказалось бы, что кругомъ всего земного шара идетъ почти по одному изъ его большихъ круговъ складка поверхностныхъ слоевъ, давшая начало длинному горному хребту (или ряду такихъ хребтовъ), идущему то по берегамъ континентовъ, то по дну раздѣляющихъ ихъ морей. Начинаясь на южномъ Ледяномъ континентѣ, далѣе Магелланова пролива, этотъ круговой хре-

бетъ направляется косвенно къ сѣверу, сначала по дну моря, гдѣ его вершины образуютъ Огненную Землю и прилегающіе къ ней острова. Онъ идетъ потомъ по западному берегу Южной Америки, поднимаясь за облака Андами и Кордильерами, и переходитъ по Панамскому перешейку въ Сѣверную Америку, гдѣ получаетъ названіе различныхъ Сьерръ и затѣмъ Скалистыхъ горъ. Потомъ онъ направляется по дну Берингова моря, поднявъ надъ нимъ Алеутскіе острова, и идетъ вдоль восточнаго берега Азіи, большею частью тоже по дну моря, образовавъ Курильскій и Японскій архипелаги и пустивъ длинныя вѣтви на континентъ. Въ Индо-Китаѣ онъ пересѣкается съ другимъ хребтомъ, идущимъ поперечно къ нему, и даетъ поэтому цѣлый рядъ разнообразныхъ отроговъ. Затѣмъ, пройдя по Индостану, онъ погружается въ Индійскій Океанъ, гдѣ его вершины образуютъ рядъ мелкихъ острововъ, каковы Мальдивскіе, Сешельскіе и вслѣдъ за ними Мадагаскаръ, пускаетъ вѣтвь на восточный берегъ Африки, по которому и доходитъ до мыса Доброй Надежды, чтобы продолжаться уже безъ острововъ (такъ какъ очень южныя широты земли аномально покрыты моремъ), повидимому, до самаго южнаго ледяного континента, изъ котораго мы и начали слѣдить за нимъ.

Таковъ главный поясъ земныхъ горъ. Мы уже говорили, что въ Индо-Китаѣ его пересѣкаетъ вторая система горныхъ складокъ, идущихъ почти подъ прямымъ угломъ къ первой и тоже по одному изъ большихъ круговъ земного сфероиды. Въ Азіи и Европѣ она обнаруживается цѣлымъ рядомъ горъ, къ которымъ принадлежатъ Гималаи, Кавказскій хребетъ и рядъ болѣе низкихъ, развѣтвляющихся по Европѣ и доходящихъ по дну Атлантическаго океана до Исландіи и Америки, гдѣ и кончается, повидимому, совсѣмъ Аллеганскими горами. Къ востоку же отъ Индо-Китая эта вторая круговая система хребтовъ образуетъ Зондскій Архипелагъ, Новую Гвинею и, опустившись въ глубину Великаго океана, даетъ цѣлый рядъ острововъ Полинезіи. Здѣсь она оканчивается совсѣмъ и не соединяется съ Американскимъ континентомъ.

Вотъ двѣ главныя перекрестныя системы складокъ земной коры. Вмѣстѣ съ нѣкоторыми другими, болѣе древними и уже сильно понизившимися отъ долгаго размыванія и растворенія складками, они сильно разнообразятъ первичныя контуры континентовъ и вызываютъ извилистость ихъ береговъ.

7. Внутреннее строеніе Земли. Землетрясенія.

Каковы были силы, вызвавшія складки?—Многіе думаютъ, что причиной образованія горныхъ хребтовъ является вѣковое сокращеніе ядра земного шара, на которомъ покоятся современные геологическія напластованія. Сокращеніе основанія должно, понятно, вызывать въ породахъ складки, если онѣ сами остываютъ медленно или образовались болѣе холодными, чѣмъ внутренность земли. Но такое

мнѣніе находится въ противорѣчій съ тѣмъ обстоятельствомъ, что системы одновременныхъ складокъ въ каждой данной мѣстности идутъ всегда параллельно другъ другу, а это указываетъ на давленіе только съ одной какой-либо стороны. Во многихъ случаяхъ можно обнаружить даже, что причиной многократной складчатости является сползаніе горныхъ породъ съ какого-либо новообразовавшагося, еще существующаго или существовавшаго ранѣе, возвышенія. Возьмите, на примѣръ, хотя бы Уральскій хребетъ, какъ одинъ изъ самыхъ древнихъ (рис. 288). Вода уже смыла съ его середины большую часть прикрывавшихъ его наносныхъ слоевъ силлурскихъ, девонскихъ и т. д. и обнажила подъ ними приподнявшее ихъ глубинное гнейсовое, валлообразное, отлогое возвышеніе. Но кромѣ смыванія водою прикрывавшихъ гнейсы породъ, здѣсь было и простое вѣковое движеніе осадочныхъ пластовъ, въ родѣ сползанія ледниковъ, расположившее ихъ въ различныхъ мѣстахъ складками, параллельными самому хребту. Такая складчатость наблюдается особенно хорошо въ горныхъ цѣпяхъ недавняго происхожденія, гдѣ параллельно главному

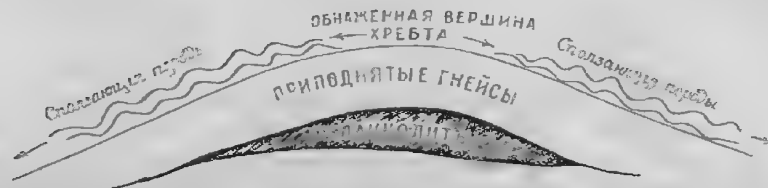


Рис. 288. Складчатость наслоеній сползающихъ съ возвышенія. Внизу—подземное изліяніе, лакколитъ, поднявшее слои гнейса. Наверху—сползающія съ него складками поверхностныя, болѣе рыхлыя, породы обнажили на вершинѣ гнейсы (оригин. рисунокъ автора).

хребту идутъ и болѣе низкіе. Она показываетъ, что самая твердая горная порода—гнейсы, сланцы, известняки—пластичны и способны изгибаться при продолжительныхъ боковыхъ давленіяхъ, а слѣдовательно, и спускаться со своихъ приподнявшихся крышеобразныхъ основаній, подобно ледникамъ, хотя и въ сотни разъ медленнѣе.

Къ такого рода измѣненіямъ, зависящимъ исключительно отъ дѣйствія силы тяжести, присоединяются и другія, зависящія отъ нашей атмосферы. Уносимые вертикальными воздушными теченіями съ поверхностей рѣкъ, болотъ, озеръ и морей, водяные газы осаждаются дождями и туманами на горныхъ складкахъ и начинаютъ свое размывающее дѣйствіе. Разрыхленные вѣтрами и выщелачиваніемъ растворимыхъ въ водѣ составныхъ частей, горные породы теряютъ свою крѣпость и уносятся внизъ водою, ежегодно текущею съ высоты ихъ склоновъ и вырывающей въ нихъ глубокіе овраги. Съ обѣихъ сторонъ этихъ овраговъ начинаютъ стремиться въ ихъ глубину второстепенные горные ручьи и вымываютъ новыя системы вторичныхъ, поперечныхъ къ первымъ, овраговъ, становящихся мѣстомъ впаденія еще новыхъ третьестепенныхъ и т. д. Благодаря такому

процессу первоначальная сплошная валлообразная возвышенность начинаетъ принимать перистую форму. Какую мы особенно хорошо и видимъ, на примѣръ, въ Пиринеяхъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда, еще ранѣе начала валлообразнаго вспучиванія земной коры, поперекъ этого мѣста текла значительная рѣка, растворяющее дѣйствіе ея воды почти всегда брало верхъ надъ горообразующими процессами, и рѣка своей водою, такъ сказать, расплывала поднимающуюся поперекъ нея гору. Такъ, Рона перепилила передъ своимъ впаденіемъ въ Ронскую долину цѣлый хребетъ Альпъ; такъ, Терекъ перепилилъ Кавказскія горы. Всѣ эти дѣйствія были незамѣтными—вѣковыми. Если въ столѣтіе почва приподнималась въ какомъ-либо мѣстѣ поперекъ рѣки, на примѣръ, на миллиметръ въ десятилѣтіе, а теченіе рѣки могло своимъ растворяющимъ и отмывающимъ дѣйствіемъ снять со своего дна слой такой же толщины, то процессъ находился въ равновѣсіи. Хотя горообразующія силы съ теченіемъ тысячелѣтій воздвигали поперекъ рѣки громадную гору, она все равно текла по своему прежнему руслу, хотя вмѣсто поверхности уже неслась потокомъ по глубокому ущелью. Наблюденіе показываетъ, что въ этой борьбѣ гороподнимающихъ силъ Земли съ водными потоками послѣдніе почти всегда побѣждали и перерѣзывали гору, какъ пилой, не отклоняясь въ сторону и не мѣняя русла. Значитъ, внутреннія силы земного шара обыкновенно дѣйствовали медленнѣе, чѣмъ размывающія силы рѣкъ.

Взамѣнъ старой теоріи образованія горъ, вслѣдствіе сокращенія поверхности земного шара, мы должны принять теперь другую, приписывающую первоначальный ихъ подъемъ химическимъ процессамъ, возникающимъ въ сравнительно не очень большой глубинѣ твердаго земного шара отъ проникновенія туда воды. Процессы оводненія сопровождаются часто большимъ выдѣленіемъ теплоты, въ родѣ того, какъ бываетъ при гашеніи прокаленной извести, а образование на земномъ шарѣ описанныхъ нами двухъ большихъ колецъ горъ находится въ явной связи съ такой подземной непунической дѣятельностью. Мы это прекрасно видимъ на картахъ, представляющихъ распредѣленіе центровъ землетрясеній по земной поверхности. Они располагаются, главнымъ образомъ, какъ разъ по тѣмъ же двумъ большимъ кругамъ, почти перпендикулярно пересѣкающимся въ Индо-Китаѣ и Индостанѣ, какъ и двѣ круговыя системы горныхъ складокъ на земной поверхности (рис. 289 и 310, на стр. 712). Точно такъ же и вулканическая дѣятельность находится въ близкомъ соотношеніи съ указанными двумя кругами.

Изъ этого видно, что горообразующіе процессы происходятъ не чрезвычайно глубоко подъ земной поверхностью и имѣютъ близкую связь съ берегами океановъ и морей, гдѣ дѣйствіе проникающей въ глубь воды еще находится въ полной силѣ. Можетъ быть, именно благодаря химическимъ соединеніямъ первичныхъ безводныхъ геологическихъ породъ съ водою, увеличивающимъ ихъ

Численность землетрясений

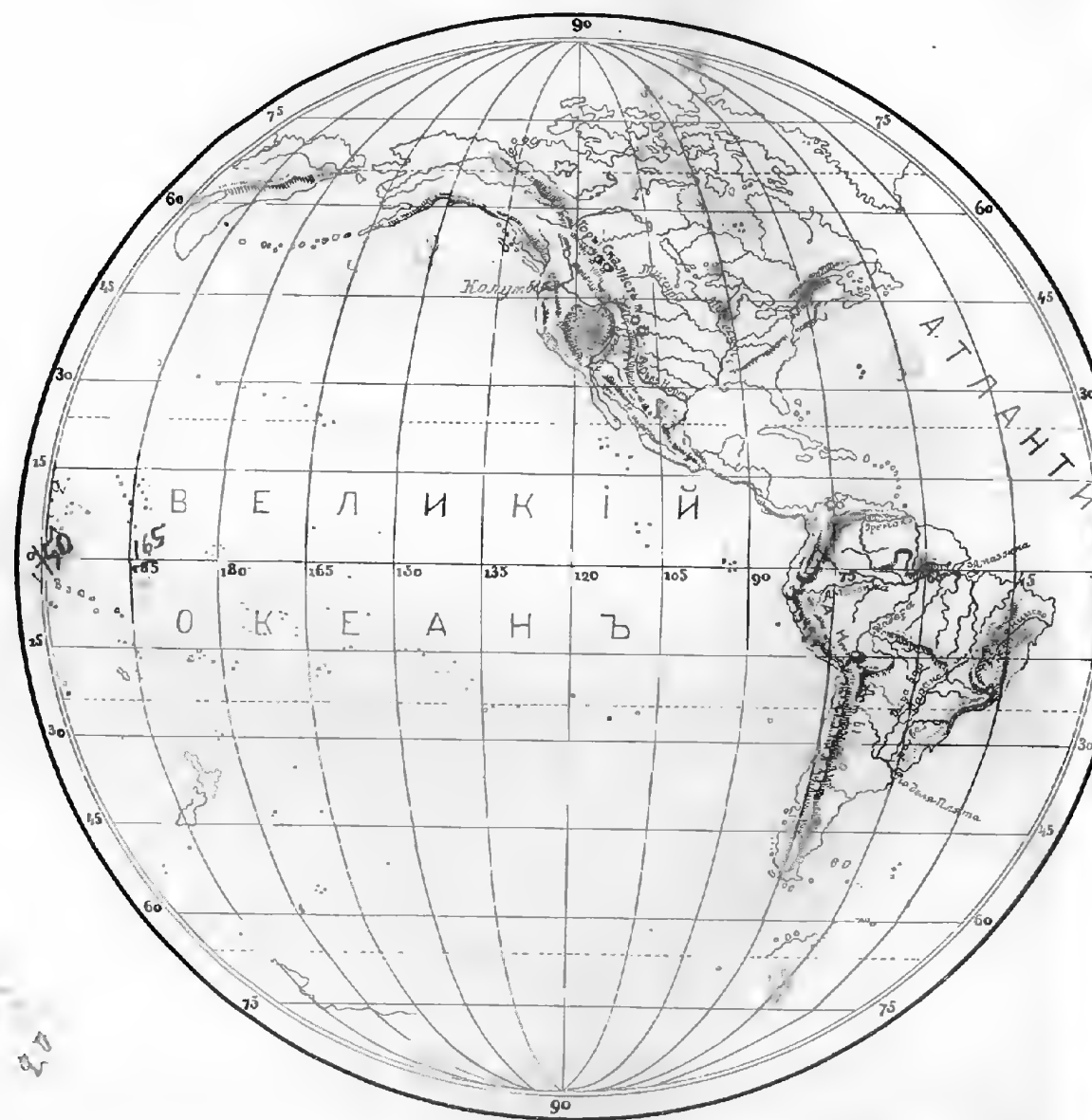
- по географическому положению -



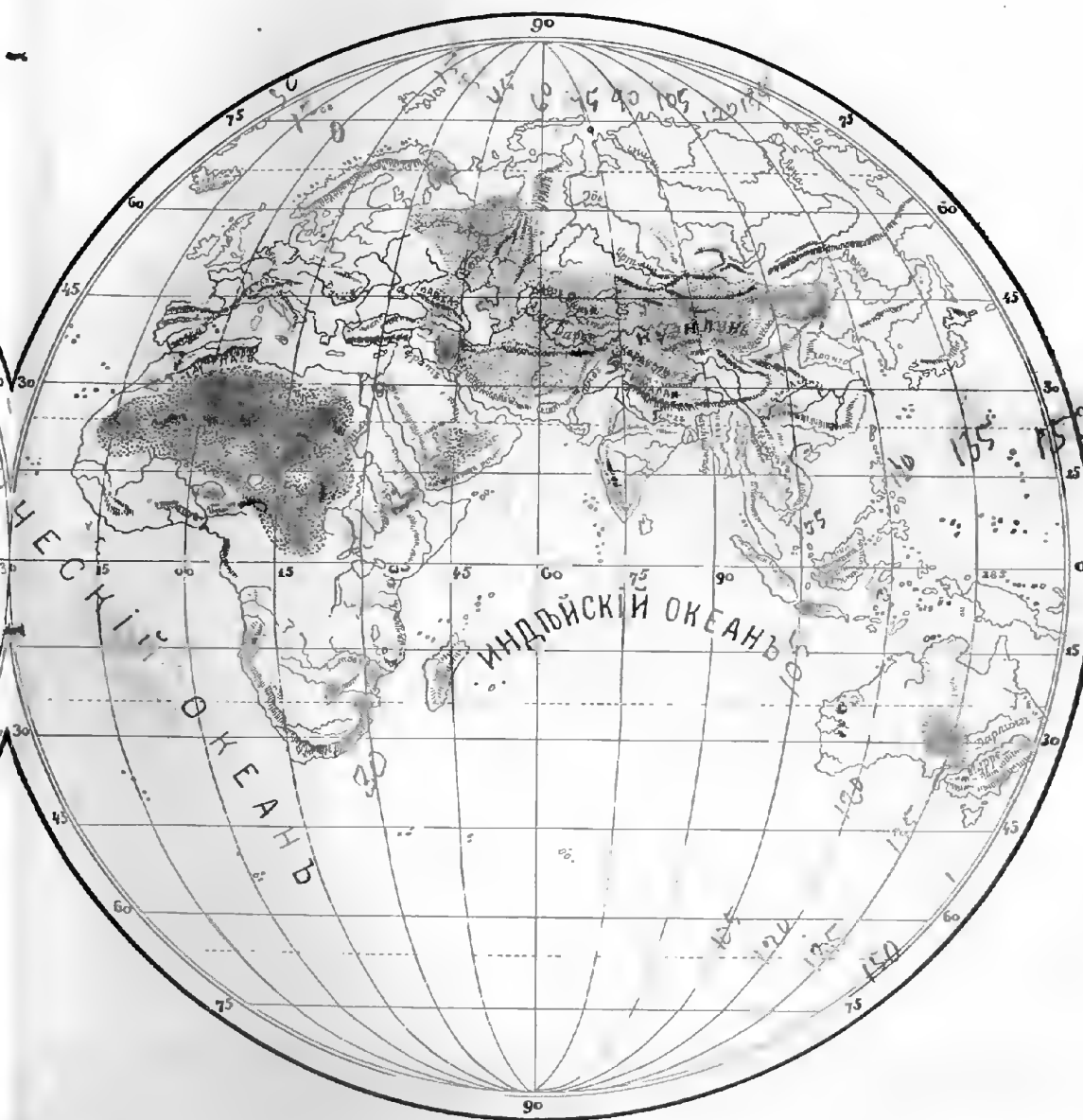
150

Рис. 289. Распределение землетрясений по земному шару. (Изъ „Journal de la Soc. astronomique de France“, 1909 г.).

Западное полушаріе.



Восточное полушаріе.



Карта земли (по Элизе Реклю).

Пунктирная части представляют гидрологическіе бассейны безъ стока въ море, области, гдѣ образовались или образуются пустыни.

объемъ, и произошло поднятіе континентовъ и образованіе въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ этотъ процессъ находится въ полномъ разгарѣ, какъ, на примѣръ, на западномъ берегу Южной и Центральной Америки, такого высокаго горнаго хребта, какъ Анды.

Уже въ первой половинѣ прошлаго столѣтія астрономы вычислили, что ядро Земли должно находиться никакъ не въ огненно-жидкомъ или даже вязкомъ, тѣстообразномъ состояніи, а въ очень твердомъ, такъ какъ иначе земная кора была бы разломана приливами, да и самъ земной шаръ получалъ бы непрерывныя затрудненія въ своемъ вращеніи, подобно тому, какъ это происходитъ съ неваренымъ полужидкимъ яйцомъ, которое вертится очень плохо въ сравненіи съ варенымъ отвердѣвшимъ. Затѣмъ къ такому же представленію привело и изслѣдованіе высоты приливныхъ волнъ, и отклоненія отвѣса подѣ боковымъ дѣйствіемъ Луны, и перемѣшенія земного полюса. Но только недавнія сейсмологическія изслѣдованія убѣдили въ этомъ многихъ геологовъ, исходившихъ изъ положенія, что всѣ извѣстныя намъ на земной поверхности сложныя и элементарныя вещества (которые они ошибочно считали единственными въ эволюціи небесныхъ свѣтилъ) должны быть въ газообразномъ состояніи уже на глубинѣ 30—50 километровъ подѣ земной поверхностью, несмотря на давленіе земной коры. Въ настоящее время, особенно послѣ устройства академикомъ Б. Б. Голицынымъ чрезвычайно чувствительныхъ сейсмографовъ, удается съ величайшей точностью и простотой изучать распространеніе волнъ землетрясеній изъ самыхъ отдаленныхъ мѣстностей и опредѣлять положеніе центровъ ихъ возникновенія. Оказалось, что самыя частыя, самыя интенсивныя землетрясенія происходятъ на Землѣ именно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ еще продолжаютъ горообразовательные процессы, т.-е. на крыльяхъ тихоокеанской синклинали (или на складкахъ, окаймляющихъ вдавленность земной коры, представляющей дно Тихаго океана) и по пересѣкающей ее складчатости, окаймляющей цѣль морей—Средиземнаго, Чернаго, Каспійскаго и Аральскаго—и продолжающейся черезъ острова Зондскаго архипелага на дно Тихаго океана. Благодаря этому, Восточная Европа, Сѣверная Азія, Канада, Бразилія, Африка и Австралія почти совершенно свободны отъ сильныхъ землетрясеній или, во всякомъ случаѣ, тамъ они происходятъ чрезвычайно рѣдко, какъ, на примѣръ, землетрясеніе въ Чарльстонѣ (въ Соединенныхъ Штатахъ) и въ Цеарѣ (въ Бразиліи).

Но наиболѣе интереснымъ результатомъ новѣйшихъ сейсмологическихъ изслѣдованій является то обстоятельство, что внутреннее ядро земного шара оказывается способнымъ проводить не только продольныя, но и поперечныя волны землетрясеній, т.-е. ведетъ себя совершенно такъ, какъ можетъ вести себя только упругое и очень твердое тѣло.

Насколько землетрясенія изучены до сихъ поръ, они всегда носятъ такой характеръ. Гдѣ-нибудь, на глубинѣ отъ 6 до 20 кило-

метровъ подъ земной поверхностью (С, рис. 290), и никогда не ниже, происходитъ взрывъ, похожій на взрывъ мины, настолько же превышающій его по силѣ, насколько ударъ грома превышаетъ искры нашихъ электрическихъ батарей. Отъ этого мѣста сотрясеніе распространяется въ глубинѣ земли волнами по всѣмъ направленіямъ, какъ несутся въ воздухѣ волны звука. Понятно, что въ случаѣ не очень большихъ различій въ плотности поверхностныхъ слоевъ ударъ раньше всего придетъ въ ту точку земной поверхности, которая лежитъ прямо надъ мѣстомъ взрыва, и она называется эпицентромъ (т.-е. надцентромъ) землетрясенія. Большею частью волны въ этомъ мѣстѣ бываютъ направлены прямо вверхъ, и потому заставляютъ подпрыгивать на немъ всѣ зданія и предметы и разрыхляютъ почву. Иногда при этомъ онѣ носятъ характеръ какъ бы круговой поляризаціи, заставляя повертываться на нѣкоторый уголъ верхнія плиты

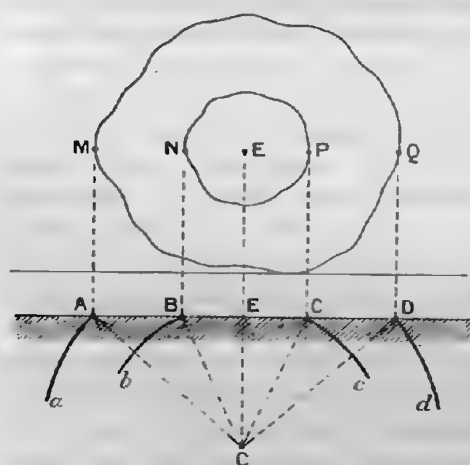


Рис. 290. Распространеніе волнъ землетрясенія. С—центр сотрясенія. Е—эпицентр на земной поверхности. АВСD—косвенные удары подземныхъ волнъ. Внизу данъ вертикальный разрѣзъ. Вверху круги показываютъ соответственное движеніе волнъ на земной поверхности.

колоннъ или памятниковъ на нижнихъ.

Затѣмъ волны достигаютъ, все уменьшаясь въ своей интенсивности, до другихъ, болѣе и болѣе отдаленныхъ отъ эпицентра мѣстностей С, D и т. д. (рис. 290); и производятъ въ нихъ ряды вторичныхъ, поверхностныхъ волнъ, идущихъ косвенно изъ глубины земли. Такимъ образомъ, для наблюдателей, расположившихся въ различныхъ мѣстахъ, всѣ сотрясенія будутъ казаться распространяющимися отъ эпицентра по окружностямъ или по замкнутымъ овальнымъ линіямъ, какъ волны на поверхности воды отъ упавшаго въ нее камня. Однако, эти окруж-

ности и овалы рѣдко сохраняютъ правильную форму, благодаря неодинаковой упругости различныхъ горныхъ породъ, составляющихъ мѣстность, и неодинаковой скорости распространенія въ нихъ колебаній. Подобно всякимъ другимъ, волны землетрясеній обходятъ неспособныя передавать ихъ геологическія образованія и вообще идутъ криволинейно, но всегда по общему закону сферическихъ волнъ: уменьшаясь въ своей силѣ прямо пропорціонально квадрату разстоянія отъ своего фактическаго центра въ глубинѣ земли.

Понятно, что изъ этого же мѣста будутъ идти волнообразныя колебанія и въ глубину земли. При большихъ землѣтрясеніяхъ они прямо достигаютъ до антиподовъ, проходя черезъ самый земной

центръ, и современные сейсмологическіе приборы легко отмѣчаютъ всѣ ихъ особенности. Отсюда вы можете видѣть, какимъ могучимъ орудіемъ является сейсмографъ для установленія у насъ правильныхъ представленій о строеніи внутренности земного шара. Сейсмологическое изслѣдованіе, это какъ бы новый спектральный анализъ глубины земли, и результаты его уже окончательно разсѣяли перешедшій къ намъ отъ среднихъ вѣковъ фантомъ огненно-жидкаго ядра Земли, гдѣ старые христіанскіе теологи помѣщали адъ съ его чертями и грѣшниками и съ его выходами на земную поверхность черезъ жерла вулкановъ. Разсмотримъ же въ общемъ видѣ этотъ новый методъ изслѣдованія внутренности Земли.

Вотъ передъ вами діаграмма землетрясенія въ Гватемалѣ, въ Центральной Америкѣ, разрушившаго 4 мая въ 6 ч. 50 м. вечера почти весь городъ Картаго. Она была вычерчена отвѣсомъ сейсмографа въ той же мѣстности, и потому мы видимъ на ней смѣшанными всѣ фазы волнъ (рис. 291). Но если бы инструментъ находился очень

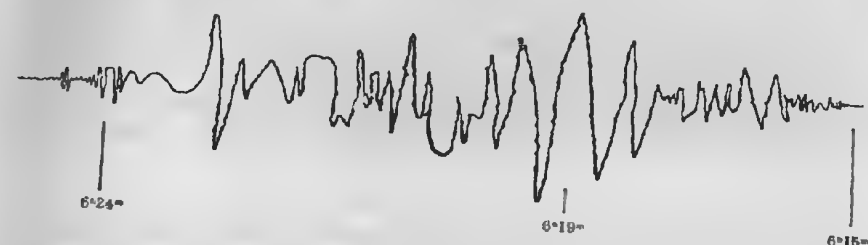


Рис. 291.

далеко оттуда, тысячъ за пятнадцать километровъ, то, прежде всего, вы были бы увѣдомлены о происшедшемъ событіи черезъ нѣсколько минутъ послѣ его окончанія легкими сотрясеніями, такого же характера какъ здѣсь, и, сравнивъ ихъ время съ временемъ удара въ центрѣ, убѣдились бы, что эти сейсмическія волны шли по глубиннымъ областямъ земли, со средней скоростью около 10 километровъ въ секунду. Кромѣ того, изъ сопоставленія времени своего наблюденія съ наблюденіями, сдѣланными на другихъ разстояніяхъ, вы могли бы даже вычислить, что скорость ихъ была не вездѣ одинакова. Когда онѣ захватывали глубину земли болѣе 1500 километровъ, онѣ шли тамъ со средней скоростью 13 километровъ въ секунду, а между 36 и 1500 километрами глубины, въ среднемъ, по 8 километровъ въ секунду¹⁾. Такова первая предварительная фаза сейсмологическихъ колебаній въ отдаленномъ мѣстѣ наблюденія. Затѣмъ послѣ нѣкотораго времени покоя, всѣ ваши сейсмографы снова начали бы трепетать, и на этотъ разъ уже

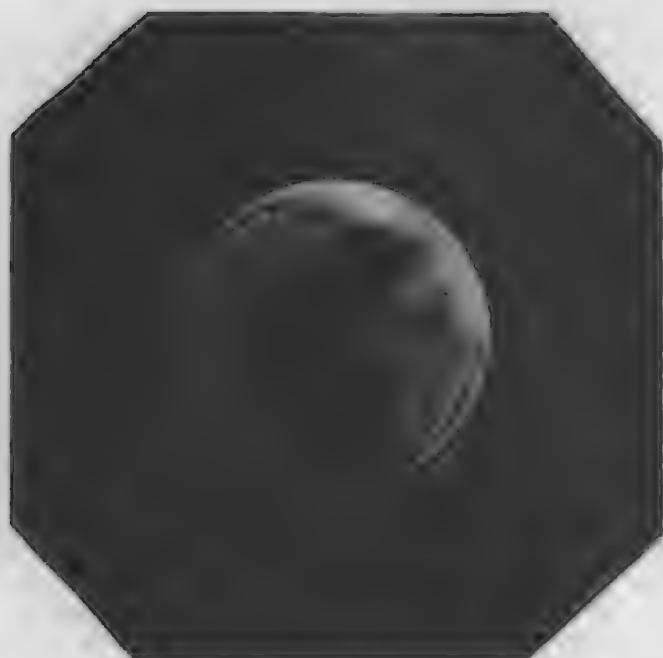
¹⁾ См. протоколъ засѣданія Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи въ С.-Петербургѣ 27 февр. 1909 г.

значительно сильнѣе. Это наступила бы вторая предварительная фаза волнъ земли, и вы могли бы, какъ и въ предыдущемъ, рассчитать, что скорость ея распространенія въ глубинѣ приблизительно вдвое менѣе первой: на глубинѣ отъ 36 до 1.500 километровъ она доходитъ только до 4 километровъ въ секунду, а ниже до 8. Все это находится въ полномъ согласіи съ теоріей распространенія упругихъ колебаній въ сплошномъ твердомъ тѣлѣ, гдѣ они должны раздѣляться на продольныя и поперечныя, изъ которыхъ первыя должны вездѣ распространяться вдвое скорѣе вторыхъ. Кромѣ того, изъ огромной скорости распространенія обѣихъ предварительныхъ фазъ можно вывести, что твердость внутренней части земного шара не менѣе чѣмъ въ два раза превосходитъ твердость стали. Затѣмъ послѣ этихъ двухъ предварительныхъ фазъ наступила бы передъ вами черезъ нѣкоторое время еще третья фаза колебаній сейсмографа, такъ называемая, главная, принадлежащая вертикальнымъ волнамъ, т.-е. напоминающимъ волны на поверхности жидкости и распространяющимся лишь въ наружной оболочкѣ земли, не глубже 30—40 километровъ подъ почвой. Ихъ скорость въ зависимости отъ геологическаго строенія поверхности измѣнялась бы отъ 2 до 3 километровъ въ секунду, тогда какъ сотрясенія отъ взрывовъ мины въ самыхъ поверхностныхъ слояхъ земли не превышаютъ и 800 метровъ въ секунду.

Вотъ, въ какомъ расчлененномъ видѣ принесли бы вамъ упругія колебанія Земли вѣсть о совершившемся вдали сильномъ землетрясеніи! Замѣчательное обстоятельство, что вертикальныя, т.-е. своеобразныя поперечныя колебанія, не идутъ къ центру Земли, а какъ бы отражаются отъ какихъ-то болѣе внутреннихъ оболочекъ земного шара, залегающихъ повсюду на глубинѣ отъ 30 до 40 километровъ, особенно обратило на себя вниманіе сейсмологовъ. Нѣкоторые изъ нихъ пришли къ заключенію, что современныя напластованія гнейсовъ, составляющія предпоследній покровъ Земли (находящіеся подъ нашимъ водо-наноснымъ), становятся тѣстообразными, неупругими на этой глубинѣ. Однако, съ такимъ мнѣніемъ трудно согласиться, такъ какъ поперечныя же колебанія второй предварительной фазы передаются самыми внутренними частями нашей планеты. А потому и тѣстообразное состояніе можетъ быть признано доказаннымъ только подъ вулканами и подъ тѣми двумя кольцами горообразующей дѣятельности Земли, о которыхъ мы уже говорили выше. Находясь повсюду подъ гнейсами, магма не пропустила бы въ глубину поперечныхъ колебаній. Кромѣ того, изъ детальнаго разбора хода сейсмическихъ волнъ ясно, что внутреннее ядро Земли не вполнѣ однородно, а состоитъ изъ многихъ концентрическихъ пластовъ различнаго состава, постепенно уплотняющихся до глубины около 1.500 километровъ, т.-е. немного менѣе четверти земного радіуса. Затѣмъ, повидимому, начинается область постоянной плотности, не менѣе какъ въ 8 разъ превышающей плотность воды и почти

въ четыре раза плотность нашихъ горныхъ породъ. Объяснить такое увеличеніе плотности и упругости однимъ увеличеннымъ давленіемъ лежащихъ вверху породъ оказывается совершенно невозможнымъ вслѣдствіе чрезвычайной малости коэффиціента сжатія всѣхъ извѣстныхъ намъ твердыхъ тѣлъ. Остается лишь заключить, что внутри земного шара находится цѣлый рядъ различныхъ наслоеній въ родѣ нашихъ поверхностныхъ, воднаго и гнейсоваго, но все болѣе и болѣе плотныхъ и совершенно другого химическаго состава. Старое предположеніе, что земное ядро состоитъ изъ какого-либо извѣстнаго намъ металла, не выдерживаетъ даже элементарной критики, такъ какъ чрезвычайно высокая внутренняя температура Земли должна расплавить и обратить въ газообразное состояніе всякій изъ принадлежащихъ къ нашей періодической системѣ элементовъ или ихъ соединеній. Значитъ, необходимо допустить, что внутренность Земли, подъ ея сплошной гнейсовой броней, путемъ мѣстнаго плавленія которой произошли и граниты, состоитъ изъ многочисленныхъ напластованій такихъ чрезвычайно тугоплавкихъ сложныхъ веществъ, которыя могутъ быть только химическими соединениями еще неизвѣстныхъ намъ элементовъ. Слагаясь въ свои собственные періодическія системы, эти элементы осѣли ранѣе образованія нашихъ поверхностныхъ, происшедшихъ уже позднѣе. Давно закончивъ свою химическую жизнь, они совершенно покрылись новыми геологическими породами, на которыхъ мы живемъ. На такой характеръ строенія Земли, а съ нею и всѣхъ шаровидныхъ небесныхъ тѣлъ, указываетъ намъ и общій ходъ эволюціи вещества на звѣздахъ, такъ какъ отъ особенно высоко-температурныхъ звѣздъ аргесскаго и альнитанскаго типа Локіера къ намъ идутъ лучи такого рода, которые не принадлежатъ ни одному изъ элементовъ нашей періодической системы. Они даже не могутъ имъ принадлежать, потому что испускающія ихъ вещества осѣдаютъ къ центру свѣтила, сгущаясь, очевидно, въ твердое состояніе, уже при 6 или 10 тысячахъ градусовъ, тогда какъ самый тугоплавкій изъ элементовъ нашей верхней періодической системы — углеродъ — испаряется ниже 5000°.

Къ такимъ выводамъ приводитъ насъ изслѣдованіе внутренности земного шара путемъ изученія свойствъ, проходящихъ по нему продольныхъ и поперечныхъ сейсмическихъ сотрясеній. Ихъ важность для полученія нами правильныхъ представленій о законахъ строенія небесныхъ тѣлъ огромна, такъ какъ земной шаръ служитъ для насъ, повторяемъ, единственнымъ ихъ образчикомъ, который мы можемъ непосредственно изучать.



Земля въ пространствѣ. Изъ „Bulletin de la Soc. astr. de France“
Juin 1910, p. 269.

8. Двѣ послѣднія одежды Земли.

Само собой понятно, что размывающее дѣйствіе воды на склонахъ горъ не всегда происходитъ равномерно. Протекая по породамъ болѣе растворимымъ, чѣмъ другія, она, сравнительно, быстро уничтожаетъ ихъ, особенно въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ потоки насыщенной углекислотою воды, протекаютъ по слоямъ известняковъ. Когда эти слои уходятъ въ глубь земли, ихъ медленное раствореніе подъ болѣе устойчивыми верхними породами производитъ часто огромныя подземныя пещеры, въ которыхъ вода, начавшая просачиваться сверху, отлагаетъ растворенную въ ней известь въ видѣ висящихъ съ потолка сталактитовъ и этимъ снова заполняетъ образовавшуюся пустоту. Если же русло подземной рѣки, первоначально вырывшей пещеру, сократилось въ своей величинѣ благодаря климатическимъ перемѣнамъ или совсѣмъ пересохло, то на днѣ пещеры подъ каждымъ сталактитомъ начинается такое же отложеніе извести отъ капающей воды и возникаютъ сталагмиты (см. прилож. къ стр. 698).

Когда подъ землею размываются, безъ вознагражденія сверху, цѣлые пласты, происходятъ, въ концѣ концовъ, огромныя обвалы, или вертикальныя сдвиги цѣлыхъ мѣстностей, напоминающіе настоящія землетрясенія, но чаще всего заполненіе пустоты совершается плавно и постепенно путемъ изгибанія верхнихъ слоевъ вслѣдствіе нѣкоторой пластичности всѣхъ поверхностныхъ породъ земли

Въ странахъ, гдѣ вершины горъ или цѣлыя плоскогорья, какъ въ Гренландіи, находятся выше того уровня атмосферы, на которомъ зимній снѣгъ уже не успѣваетъ цѣликомъ растаять за лѣто, водяные осадки естественно переходятъ въ состояніе ледниковъ. Незамѣтно сползая внизъ, даже и по очень незначительнымъ откосамъ, вслѣдствіе значительной вязкости льда, они тоже протираютъ въ горахъ съ теченіемъ вѣковъ огромныя долины, а въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ ледъ окончательно таетъ, оставляютъ гряды обтертыхъ камней, называемыя конечными моренами. Болѣе же легкіе осадки глины и песка



Рис. 292. Чередованіе континентальныхъ и морскихъ отложеній. Разрѣзъ олонечкаго каменноугольнаго бассейна. Между пластами угля и известняка лежатъ сланцы.

ложатся слоемъ подъ ледниками и называются ихъ донными моренами, или уносятся далѣе въ море вытекающими изъ-подъ ихъ льда ручейками и цѣлыми рѣками.

Само море тоже размываетъ внизу берега и увлекаетъ своими теченіями ихъ песокъ и илъ, вмѣстѣ съ наносами, приносимыми въ него рѣками. Оно отлагаетъ ихъ въ болѣе тихихъ мѣстахъ своей глубины, гдѣ и вышеописанная двууглекислая известь рѣчныхъ растворовъ тоже осѣдаетъ, благодаря своему обращенію въ простую углекислоту отъ дѣйствія морскихъ микроорганизмовъ и нѣкоторыхъ другихъ болѣе совершенныхъ животныхъ. Такимъ же образомъ осѣдаютъ и остальные еще болѣе растворимыя соли, достигнувъ въ водѣ достаточной концентрации или подвергнувшись химическому воздѣйствію другихъ, тоже растворенныхъ солей, дающихъ съ ними осадки.

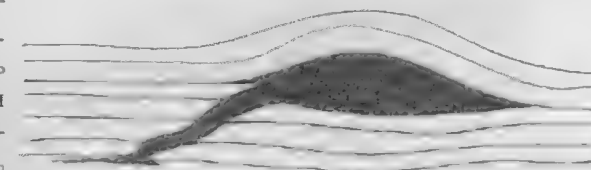


Рис. 293. Лакколитъ (рис. авт.)

Благодаря всему этому на днѣ морей постоянно накапливаются слои различныхъ веществъ, которыя, постепенно цементируясь и слеживаясь, превращаются въ плотныя слоистыя породы. Если бы океаны все время сохраняли на земной поверхности свои мѣста, то съ теченіемъ вѣковъ ихъ дно было бы нивелировано совсѣмъ и поднявшаяся вода затопила бы всю земную поверхность. Но ничего

подобнаго не бываетъ. По причинѣ медленнаго передвиженія береговъ у всѣхъ континентовъ суша незамѣтно становится дномъ морей, а дно морей—сушей. Во многихъ мѣстахъ мы можемъ видѣть даже правильную періодичность такихъ подъемовъ (рис. 292) и опусканій уровня моря и полный рядъ прерывистыхъ водныхъ напластованій надъ болѣе основнымъ гнейсовымъ покровомъ земного шара, тогда какъ граниты, результатъ мѣстнаго плавленія гнейсовъ,



Рис. 294. Вѣтвистый лакколитъ.

бываютъ и болѣе поздняго происхожденія, чѣмъ лежащіе на нихъ наносные слои. Они, вмѣстѣ съ порфирами, сіенитами и другими аналогичными имъ результатами глубиннаго плавленія обыкновенно образуютъ гигантскіе подтеки между позднѣйшими породами (рис. 293 и 294) и называются лакколитами.

По отложившимся въ такихъ пластахъ остаткамъ животныхъ и растений и по находящимся надъ ними и подъ ними напластованіямъ оказалось вполне возможно опредѣлить сравнительный возрастъ каждого слоя, и въ результатъ передъ нами предстала такая картина двухъ послѣднихъ эпохъ космической жизни нашей планеты.

А. Гнейсовая стадія эволюціи планеты Земли.

Подъ всевозможными осадочными водными образованіями, содержащими въ себѣ окаменѣлые остатки животныхъ и растений, вся наша планета покрыта сплошной толстой броней гнейсовъ, на которыхъ мѣстами лежатъ сравнительно тонкіе слои кристаллическихъ сланцевъ (рис. 295). Почти повсюду эта броня изогнута гигантскими складками, (рис. 296), съ антиклиналей (вершинъ) кото-

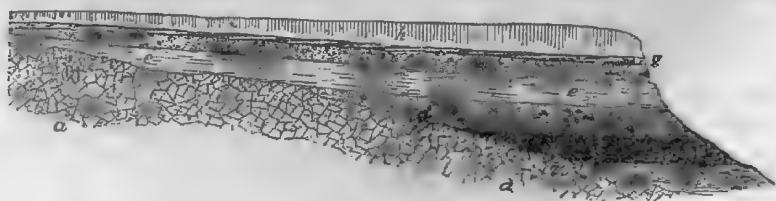


Рис. 295. Гнейсовая подкладка осадочныхъ породъ. Разрѣзъ между Кіевомъ и Коростышевымъ. *a*—гнейсо-гранитъ. *b*—юрскія отложения. *c*—мѣловые слои. *d*—бурый песокъ. *e*—мергель. *f*—глауконитовый и кварцевый песокъ. *g*—кирпичныя глины. *h*—лесь и четвертичныя глины.

рыхъ смыты не только всѣ покрывавшія ее когда-либо впослѣдствіи водныя образованія, но отчасти размыты и сами эти уже вывѣтрившіяся вершины. По толщинѣ почти вертикальныхъ выступающихъ изъ Земли краевъ такихъ архейскихъ пластовъ легко видѣть прямо, что общая глубина ихъ превышаетъ 30 километровъ. Однако, возможно, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ они и тоньше или толще, такъ какъ



Сталактиты, сталагмиты и т. н. стеклоидные трубочки в Гротъ-росъ (Grotte des rosées), в Бельгии. (Изъ „Journal de la Soc. Astron. de France“, 1910 г., р. 378).

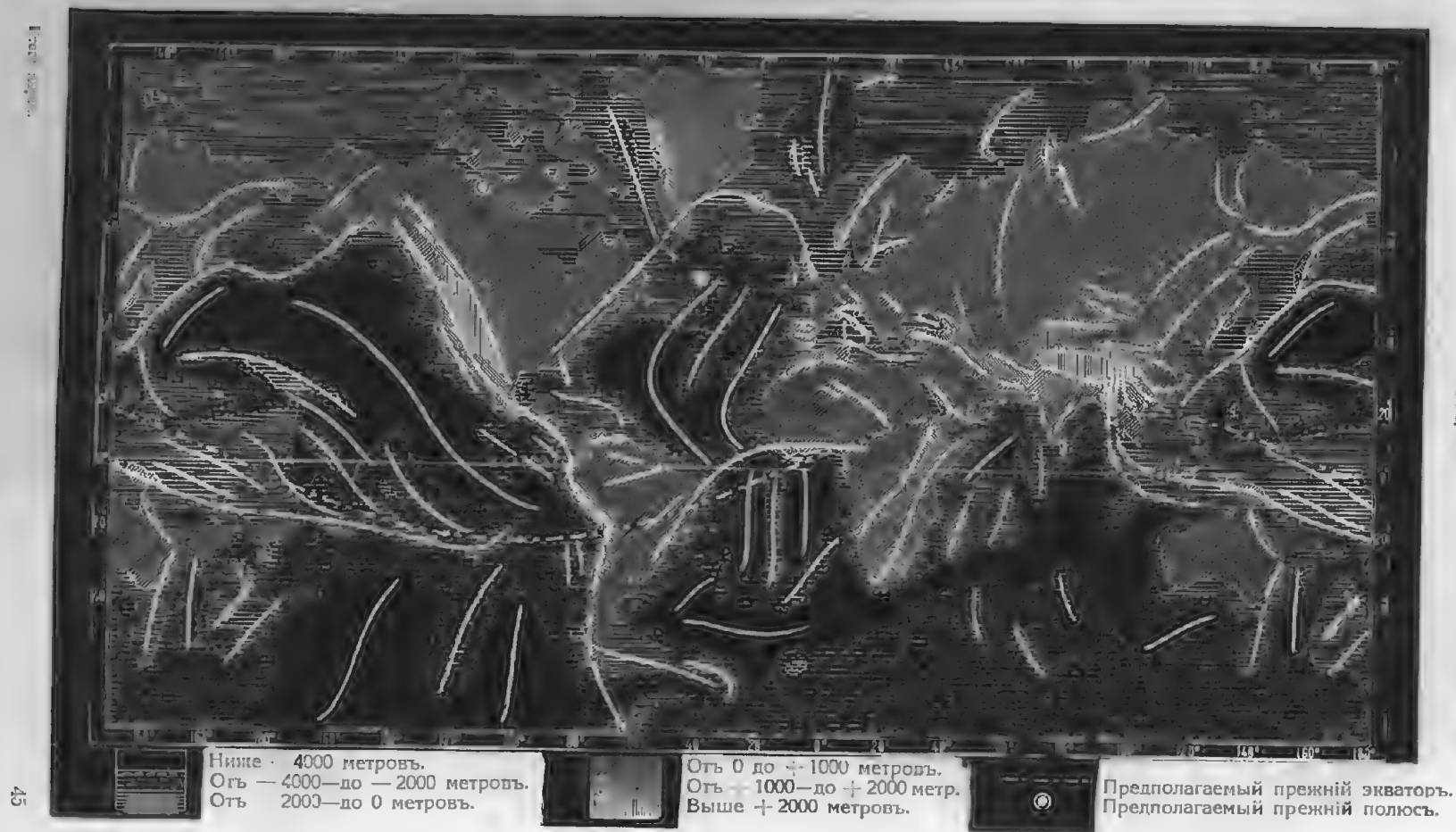


Рис. 296 Главнѣйшія складки гнейсовой оболочки Земли. (Изъ „Bulletin de la Soc. astron. de France“. 1910 г., стр. 496)

нижнихъ границъ составляющихъ ихъ породъ и тѣхъ болѣе плотныхъ и тугоплавкихъ подъ-архейскихъ оболочекъ Земли, на которыхъ они покоятся, еще никому не случалось видѣть, и только по сейсмическимъ наблюденьямъ мы знаемъ, что ниже 36 километровъ находятся уже не гнейсы, а какія-то другія несравненно болѣе упругія породы, служащія имъ дномъ.

Выходы гнейсовой брони на земную поверхность, т.-е. такія области, гдѣ съ нея смыты всѣ послѣдующіе водные наносы, и остался одинъ растительный дернъ, достигаютъ $\frac{1}{5}$ доли всей изслѣдованной части земной суши. Въ Европѣ они занимаютъ почти всю Скандинавію и Финляндію, въ С. Америкѣ идутъ двумя широкими полосами по обѣ стороны Скалистыхъ горъ, на склонахъ которыхъ, къ удивленію, сохранились еще и прикрывающія ихъ водныя на слоенія. Въ Ю. Америкѣ они составляютъ почти все ея тихоокеанское побережье и раскрылись широкими площадями въ Бразиліи. Почти всѣ высокія горныя цѣли состоятъ изъ гнейсовъ или изъ результатовъ ихъ плавленія.

Мощныя напластованія этой архейской стадіи эволюціи планеты Земли, лежащія, повидимому, непосредственно на описанномъ нами выше плотномъ подъ-архейскомъ слоѣ, быстрѣе проводящемъ сейсмическія волны, состоятъ всегда изъ біотитоваго, мусковитоваго, роговообманковаго и др., гнейсовъ со включенными въ нихъ родственными породами: гранулитомъ, гелефлинтой и пр.

Въ верхнемъ, сравнительно не толстомъ и не повсемѣстномъ слоѣ расположились, какъ моря, застывшіе на гнейсовомъ днѣ, слюдяные сланцы съ прослойками хлоритовыхъ, графитовыхъ, тальковыхъ, роговообманковыхъ, желѣзнослюдковыхъ и др. сланцевъ. А среди нихъ и на нихъ, какъ отдѣльныя озера, лежатъ еще мѣстныя напластованія филлитовъ, уже служащихъ переходомъ къ оса-



Рис. 297. Гленнерская двойная складка и напластованій (Швейц.).
1—гнейсы; 2—красный лежень; 3—лейясы; 4—юра и мѣль; 5—зоцень.

дочнымъ породамъ воднаго происхожденія, и потому относящимся скорѣе къ нимъ.

Въ стратиграфическомъ отношеніи гнейсы отличаются сильнѣйшей дислокаціей. Это—чрезвычайно сильно складчатые на слоенія, образующія необычно крутые сдавленные изгибы, сбросы и сдвиги съ ясными слѣдами механическаго метаморфоза. Нерѣдко включены въ нихъ и лакколиты горныхъ породъ, откristаллизовавшихся изъ ихъ

же расплавленнаго состоянія: граниты, сіениты, гнейсограниты, діориты, порфиры, порфириты, кварциты, графиты и другія кристаллическія породы. Что же касается до рѣдкихъ случаевъ находженія въ нихъ песчаниковъ, известняковъ и конгломератовъ, т.-е. осадковъ, несомнѣнно, воднаго происхожденія, то это скорѣе всего можетъ

быть объяснено тѣмъ, что они задавлены сюда потомъ, какъ въ щель, въ плотно сложившуюся краями складку (рис. 298).

Здѣсь нѣтъ окаменѣлостей, характеризующихъ породы воднаго происхожденія, или газообразныхъ, маслообразныхъ и твердыхъ скопленій различныхъ родовъ нефти, происшедшихъ отъ сухой перегонки животныхъ и растительныхъ осадковъ (въ отличіе отъ болѣе

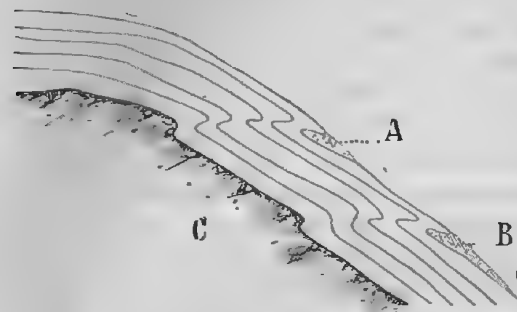


Рис. 298. C—внутреннее изліяніе, поднявшее слой гнейсовъ, сползающихъ съ него складками; A и B—задавленные въ складки слои воднаго происхожденія, уже смытые во всѣхъ другихъ мѣстахъ (рис. авт.).

простыхъ углеводородовъ, возникающихъ изъ глубинныхъ карбидовъ при дѣйствіи на нихъ воды). Взамѣнъ ихъ здѣсь почти повсюду просочились въ незначительномъ количествѣ, а отдѣльными мѣстами и въ очень большихъ скопленіяхъ, всевозможные металлы, въ то время, когда они были еще въ жидкомъ состояніи. Но только тѣ изъ нихъ, которые не способны къ окисленію, въ родѣ золота, серебра, ртути, платины, кристаллическаго углерода (алмаза), остались въ первоначальномъ видѣ. Другіе же всѣ давно окислились отъ дѣйствія воды и кислорода воздуха и вступили, какъ окислы, въ дальнѣйшія соединенія между собою. Что же касается до остатковъ животныхъ и растений въ архейскихъ породахъ, то единственный изъ нихъ, такъ называемый Eozoon Kanadensis оказался при ближайшемъ изслѣдованіи простымъ скопленіемъ змѣвика въ известнякѣ.



Рис. 299. Смолистый камень изъ Аррата.

Несомнѣнно, что и всѣ дальнѣйшія попытки найти въ глубинѣ гнейсовосланцевой земной брони какіе-либо остатки родственныхъ намъ „углеводородныхъ“ организмовъ осуждены на безплодіе. Въ нихъ мы находимъ только минеральныя включенія, по внѣшности похожія на низшіе организмы (рис. 299). Нижний повсемѣстный и глубокий архейскій покровъ, состоящій теперь изъ множества прикрывающихъ другъ друга мѣстныхъ напластованій

гнейса, долженъ былъ осѣсть постепенно мѣняющимися бассейнами еще въ то время, когда вода была диссоциирована на водородъ и кислородъ (т.-е. при температурѣ выше 2000°). Онъ осѣлъ, слѣдовательно, въ безводномъ и даже, можетъ быть, и въ безкислородномъ видѣ, какъ сплавы различныхъ металловъ съ кремніемъ, углеродомъ, азотомъ и т. д., соединившіеся лишь впоследствии съ кислородомъ (обладающимъ, какъ извѣстно, химическимъ сродствомъ лишь при температурахъ ниже 4000°). Затѣмъ при охлажденіи ниже 2000° , когда сдѣлалось возможнымъ существованіе водяного газа, началось и химическое дѣйствіе послѣдняго на эти первичныя архейскія наслоенія. Въ глубинѣ Земли около 30—36 километровъ оно, повидимому, не окончилось еще и теперь и служитъ причиной землетрясеній, вулканизма и медленныхъ повышеній или пониженій земной поверхности отъ увеличивающагося, а иногда и уменьшающагося объема новыхъ соединений, вызывающихъ также и новую складчатость слоевъ. Такимъ образомъ, современные гнейсы должны быть продуктами метаморфоза водой и воздухомъ предшествовавшихъ имъ до-водныхъ отложений. Слоистость же этихъ отложений и въ особенности несогласное напластованіе многихъ верхнихъ на нижнихъ и огромное содержаніе въ нихъ кремня (до $\frac{1}{2}$ ихъ количества, если исключимъ кислородъ) ¹⁾ показываютъ, что и кремній осаждался изъ сравнительно охладившейся атмосферы Земли (чистый или въ какомъ-либо соединеніи), сначала въ видѣ дождей на подъ-архейскія, сейсмически несравненно болѣе плотныя породы. Метаморфизируя ихъ верхніе слои, какъ вода безводные окислы, онъ затѣмъ стекалъ въ видѣ ручьевъ и рѣкъ въ ихъ низины, образуя тамъ своеобразныя моря и унося на ихъ дно взаимныя химическія соединенія реагировавшихъ тогда элементовъ. При этомъ, болѣе тугоплавкіе и менѣе растворимые въ немъ первичные силикаты (или даже безкремневые соединенія) осѣдали слоями на его дно ранѣе и, можетъ быть, даже и теперь сохранились неприкосновенными въ глубинѣ. Только такимъ путемъ и можно объяснить себѣ слоистость гнейсовъ, мощность которыхъ (въ среднемъ до 30 километровъ), повсемѣстность и тугоплавкость исключаютъ всякую возможность идеи ихъ воднаго происхожденія по образцу современныхъ песчаниковъ и глинистыхъ сланцевъ. Отсутствіе же на землѣ большихъ бассейновъ чистаго кварца, въ родѣ его замерзшихъ морей, легко объясняется тѣмъ, что они всѣ потратились уже на метаморфизмъ подъ-архейскихъ безкварцевыхъ породъ, какъ и наши океаны постепенно уходятъ на аналогичный метаморфизмъ глубинныхъ безводныхъ архейскихъ пластовъ, и со временемъ исчезнутъ совершенно съ земной поверхности.

¹⁾ Si (кремній) около 50%, Al (алюминій) около 14%, Fe (железо) около 10%, Ca (кальцій) около 7%, Mg (магній) около 5%, а остальныхъ металловъ еще меньше, при чемъ кислородъ исключенъ, въ предположеніи, что онъ вошелъ впоследствии въ эти первичные, вѣроятно, паевые сплавы.

В. Водная стадія эволюціи планеты Земли.

Затѣмъ, съ первымъ появленіемъ на земной поверхности газобразной воды (т.-е. при температурѣ ниже 2000° , когда водородъ сталъ способенъ къ соединенію съ кислородомъ) она, какъ мы видѣли, едва образовавшись, начала соединяться съ лежащими на Землѣ безводными окислами. Осаждаясь на нихъ, она стала течь ручьями и рѣками и сносить съ высотъ въ низины постепенно метаморфизируемую ею первичную архейскую оболочку Земли, т.-е. выработала изъ нея сначала современную кристаллизационно оводненную гнейсовую броню, съ мѣстными отслоеніями сланцевъ и филлитовъ, а затѣмъ размыла ея возвышенности и произвела наносные слои. Въ результатъ получился цѣлый рядъ болѣе рыхлыхъ породъ, возрастъ которыхъ мы можемъ опредѣлить, какъ мы уже упоминали, по постепенному усовершенствованію окаменѣвшихъ въ нихъ животныхъ и растений.

Медленные перемѣщенія морей и суши, сдѣлавшія, повидимому, уже много кругооборотовъ и въ меридіональномъ и въ экваторіальномъ направленіяхъ, вызвали то, что первоначальныя океаническія отслоенія на гнейсахъ теперь смыты цѣликомъ, и мы не знаемъ такихъ, гдѣ уже не заключалось бы рыбъ и сосудистыхъ растений, т.-е. очень высокихъ ступеней въ эволюціи организмовъ, не говоря о многочисленныхъ, вполне развитыхъ, ракообразныхъ, насѣкомыхъ, моллюскахъ и лучистыхъ животныхъ. Все это ясно представлено графически на приложенной таблицѣ (рис. 300). Если отбросимъ такіе слои, гдѣ нѣсколько сомнительныхъ отпечатковъ, найденныхъ до сихъ поръ, не позволяють судить о богатствѣ и характерѣ современнаго имъ населенія, то мы будемъ въ состояніи различить, отдѣльно существующія, или даже наложенныя по нѣскольку другъ на друга, мѣстныя отслоенія слѣдующихъ, сравнительно, позднихъ эпохъ разсматриваемой нами теперь водной стадіи эволюціи Земного шара.

А) Мѣстныя отслоенія конца эозойской эры, давность которыхъ, по соображеніямъ Дарвина и Гексли, на основаніи скорости органической эволюціи, не менѣе 500 милліоновъ лѣтъ. Въ нихъ удалось различить лишь нѣсколько водорослей и радіоларій и, такимъ образомъ, отмѣтитъ одинъ періодъ—гуронскій, слои котораго, состоящіе изъ слюдяныхъ сланцевъ и филлитовъ, обнажаются отъ позднѣйшихъ напластованій около Великихъ озеръ Сѣверной Америки, кое-гдѣ въ Англіи, у насъ въ Финляндіи (рис. 301) и т. д.

В) Различныя мѣстныя напластованія палеозойской эры, минимальную давность которой Гаугтонъ, по мощности суммы осадочныхъ пластовъ надъ ними, опредѣляетъ въ 200 милліоновъ лѣтъ. Они представляютъ намъ пять послѣдовательно отлагавшихся системъ морскихъ изъ прѣсноводныхъ наносовъ.

Въ первой изъ нихъ, кемврійской системѣ (рис. 301), всѣ изслѣдованные до сихъ поръ пласты состоятъ, главнымъ образомъ, изъ песчаниковъ, конгломератовъ, глинъ, мергелей, глинистыхъ и кровельныхъ сланцевъ и изрѣдка известняковъ. Въ нихъ находятъ ока-

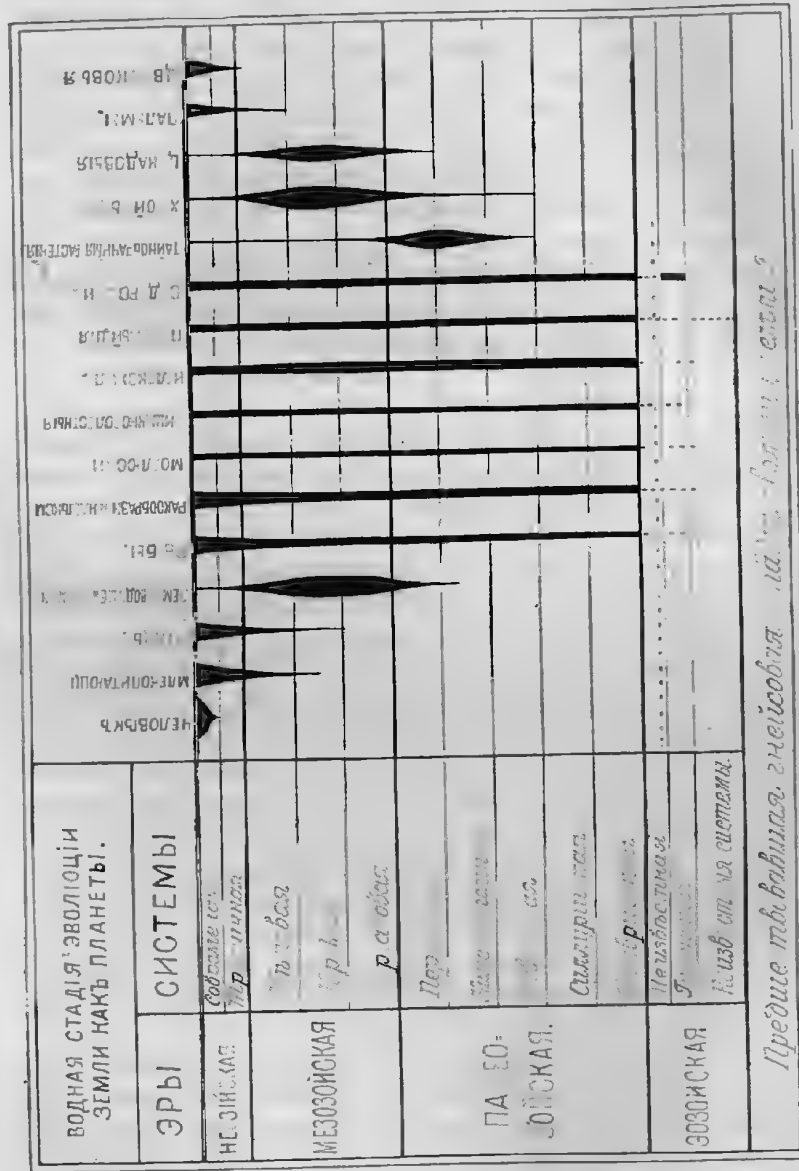


Рис. 300. Развитие углеводородной органической жизни въ водную стадию эволюции Земли какъ планеты. Черная стрѣловидная вертикальная линия показываетъ своимъ нижнимъ началомъ, въ какую эпоху развились данные отделы животныхъ и растений, а своей толщиной — въ какую эпоху они достигли наибольшаго развитія.

менѣе остатки ракообразныхъ, особенно трилобитовъ, губокъ граптолитовъ, гидромедузъ, моллюсковъ, всего почти тысячу различныхъ видовъ. Изъ растений извѣстно лишь нѣсколько морскихъ водорослей. Выходы пластовъ этой системы на современную зем-

ную поверхность многочисленны въ различныхъ странахъ. Мѣстами они прорваны извергнутыми въ нихъ породами подземной фауны, т.е. не вырвавшимися наружу порфирами, гранитами и т. д. Замѣчательно, что всѣ они являются морскими отложеніями, а не континентальными, производимыми разливами рѣкъ, горныхъ потоковъ, отслоеніемъ падающей листвы и стволовъ отжившихъ растений. Вотъ почему, и можно думать, что океанъ прикрывалъ тогда значительно большую часть земной поверхности, чѣмъ теперь, когда не менѣе $\frac{1}{10}$ первоначальной воды уже просочилось внутрь Земли и вошло въ химическія соединенія съ ея прежде безводными горными породами. Съ этой точки зрѣнія, нашъ океанъ и въ будущемъ долженъ убывать по причинѣ непрерывно совершающейся химической работы оводненія въ глубинѣ нашей планеты. Онъ можетъ, наконецъ, какъ мы уже упоминали, и весь потратиться на метаморфозъ, какъ потратились предшествовавшіе ему моря кремнія и другихъ широко распространенныхъ элементовъ, тоже въ свое время бывшихъ въ газообразномъ и жидкомъ состояніяхъ.



Рис. 301. Разрѣзъ верхне-силурийскихъ (а), нижне-силурийскихъ (б) и кемврійскихъ (с) слоевъ на архейскихъ (д) породахъ, отъ Швеціи до Финляндіи.

Во второй, силурийской системѣ (рис. 301) различныхъ мѣстныхъ напластованій, всѣ извѣстные теперь слои морского происхожденія состоятъ такъ же, какъ и предыдущіе, изъ песчаниковъ, конгломератовъ, глинистыхъ сланцевъ, брекчій. Но въ брекчіяхъ здѣсь встрѣчаются и костеносныя, свидѣтельствующія о развитіи позвоночныхъ животныхъ, а среди породъ, изверженныхъ въ нихъ снизу, наблюдаются и вулканическія, т.е. діабазы, порфиры и т. д. Морская фауна достигла здѣсь значительнаго разнообразія. Насчитываютъ не менѣе 10.000 видовъ различныхъ морскихъ животныхъ, преимущественно граптолитовъ и рифныхъ коралловъ. Трилобиты (рис. 302) съ граптолитами достигаютъ здѣсь максимальнаго развитія. Между моллюсками впервые найдены головоногія, а самыми высшими позвоночными являются морскія костистыя рыбы. Съ развитіемъ континентовъ жизнь уже выбросилась изъ моря и на земную поверхность. Въ континентальныхъ напластованіяхъ этого періода, т.е. въ легкихъ прослойкахъ антрацита, найдены плауновыя и папоротниковыя растения, т.е. лепидодендроны, сигиллярии и сфенофиллы. Изъ животныхъ первыми вышли на земную поверхность наѣкомыя (palaeoblattina и другія). Вслѣдъ за ними туда же выползли и скорпіоны и первобытные пауки.

Въ третьей, слѣдующей за этими двумя, девонской системѣ (рис. 303), характеръ мѣстныхъ морскихъ наносовъ остался въ общемъ тотъ же, какъ и въ предыдущихъ. Морская фауна выработала уже многочисленныя видоизмѣненія особыхъ панцирныхъ рыбъ. Кораллы и морскія лиліи достигаютъ здѣсь большаго развитія, но трило-

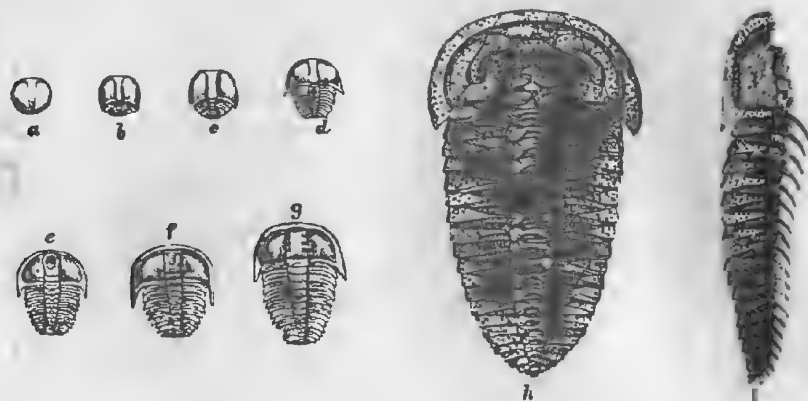
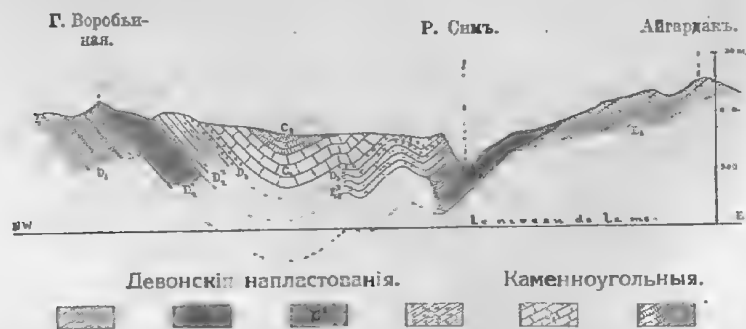


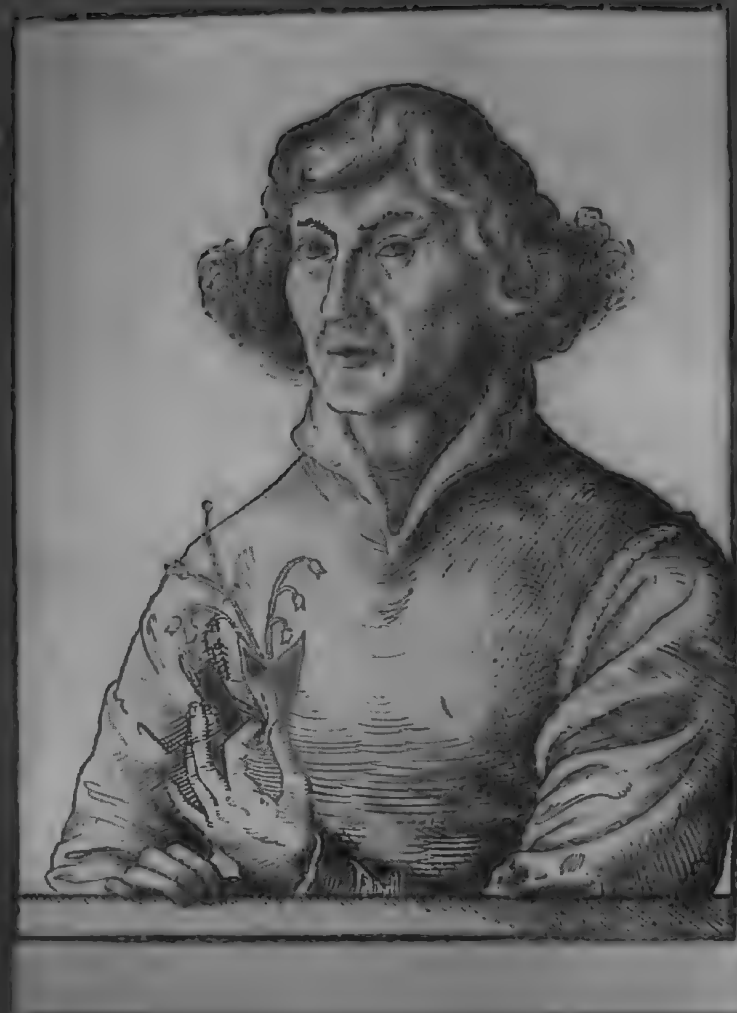
Рис. 302. Эмбриологія трилобитоваго рака *Sao hirsuta* изъ нижняго силлура Богеміи. *a*—первая стадія развитія (увеличено въ 6 разъ), *b* и *c*—вторая и третья стадіи (увеличено въ 5 разъ), *d*, *e*, *f* и *g*—дальнѣйшія стадіи (въ 4 раза), *h* и *i*—взрослое животное, рассматриваемое со спины и сбоку (при слабомъ увеличеніи). (По Барранду).

биты начинаютъ уменьшаться въ своемъ числѣ. Флора морей характеризуется лишь нѣсколькими найденными до сихъ поръ водорослями высшихъ типовъ (*Fucoides cauda galli* и *Haleserites dechenianus*). Въ континентальныхъ же отложеніяхъ антрацита, состоящаго изъ сосудистыхъ тайнобрачныхъ, найдены каламиты, аннуля



Нижній. 1-й-средній. 2-й-средній. Верхній. Нижній. Средній ярусъ.
Рис. 303. Девонская и каменноугольная системы на Уралѣ

ріи, папоротники, лепидодендроны, сигилляріи, а также въ первый разъ обнаружены и нѣсколько видовъ хвойныхъ. Кромѣ наѣкомыхъ, вышли въ это время на землю изъ водъ и нѣкоторые роды моллюсковъ (улитка *рира*), а также стали показываться на берегахъ нѣсколько видовъ земноводныхъ животныхъ.



Въ четвертой, каменноугольной системѣ (рис. 303), характеръ морскихъ наносовъ опять мало измѣняется: тѣ же песчаники, глинистыя сланцы, конгломераты, мергели, известняки, съ прорвавшимися въ нихъ мощными вулканическими изверженіями діабазы, порфира, мелафира. Изъ морскихъ животныхъ, кромѣ моллюсковъ, коралловъ, иглокожихъ и т. д., приобретаютъ значительное развитіе хрящевыя рыбы, тогда какъ предшествовавшія имъ девонскія панцирные рыбы значительно сократились. Особенно замѣчателенъ этотъ періодъ по мощному развитію остатковъ континентальной растительности. Въ каменноугольной системѣ между пластами морскихъ наносовъ очень часто попадаютъ огромныя прослойки изъ листьевъ и цѣлыхъ упавшихъ наземныхъ растений, цѣликомъ обуглившихся отъ времени. Толщина такихъ прослоекъ бываетъ различна, отъ ничтожно малой до нѣсколькихъ метровъ, въ зависимости отъ того, на долго ли поднималась данная мѣстность надъ уровнемъ моря, насколько богата была на ней въ то время растительность, и каковы были условія послѣдующаго гніенія ея остатковъ. Преобладали въ ней по прежнему папоротники, плауны (сигилляріи, лепидодендроны и др.), хвощи (каламиты, аннуляріи и т. д.). Меньше были распространены голосѣмянныя, изъ которыхъ господствовали саговыя пальмы, араукаріи и цикадовые. Они достигали тогда исполинскихъ размѣровъ, въ сравненіи съ ихъ современными представителями, вѣроятно, благодаря теплomu влажному климату мѣстностей, гдѣ они росли (рис. 304). Цвѣтовъ и цвѣтущихъ деревьевъ по прежнему еще не существовало совсѣмъ.

Мы уже видѣли, что прослойки различныхъ сортовъ каменнаго угля или другихъ его ископаемыхъ видоизмѣненій встрѣчаются и въ предыдущихъ двухъ системахъ. Онѣ будутъ встрѣчаться и въ дальнѣйшихъ, но никогда въ такомъ обиліи, какъ въ этой системѣ. Чѣмъ объяснить такое преобладаніе? Тѣмъ ли, что въ растеніяхъ того времени развивались противогнилостные ферменты? Тѣмъ ли, что микробы растительнаго гніенія еще не успѣли достаточно усовершенствоваться? Или физическими условіями, исключительно способствовавшими роскошному развитію растительности? Обыкновенно, по традиціи, предполагаютъ только послѣднюю причину, а между тѣмъ одно обиліе растеній никакъ не могло бы сохранить ихъ остатки отъ полнаго гніенія, если бъ микробамъ была предоставлена полная свобода, и они обнаруживали бы такую же энергичную дѣятельность, какъ теперь. Значить, большое накопленіе слоевъ каменнаго угля на берегахъ или внутри континентовъ этого періода можетъ быть объяснено только слабостью развитія въ то время микробовъ. Послѣднее же изъ трехъ вышеприведенныхъ предположеній совсѣмъ невѣроятно, такъ какъ противогнилостнымъ ферментамъ въ мертвыхъ растеніяхъ не было причинъ развиваться. Вотъ почему, въ то время и было торжество почвенныхъ отслоеній наземной растительности, вступившей въ полную силу, а затѣмъ, съ раз-

витіємъ мікробовъ, уничтожающихъ органическіе остатки, стало уменьшаться и количество такихъ отслоеній.

Въ первобытныхъ лѣсахъ каменноугольнаго періода, среди наземныхъ улитокъ, пауковъ, скорпіоновъ и насѣкомыхъ, перешедшихъ сюда изъ прежнихъ періодовъ значительно развились и огромныя земноводныя: долихосомы, похожіе на змѣй, архегозавры, похожіе на крокодиловъ, и антракозавры, похожіе на исполинскихъ лягушекъ. Но все же это было лишь начало того огромнаго развитія гигантскихъ животныхъ, которое завершилось вполнѣ только въ слѣдующіе за этимъ періоды. Казалось, что эволюція какъ растительнаго, такъ и животнаго міра, сначала пошла въ сторону увеличенія ихъ массивности. Въ каменноугольный періодъ это направленіе закончилось для растений, а въ одинъ изъ слѣдующихъ—въ юрскій—также и для животныхъ.

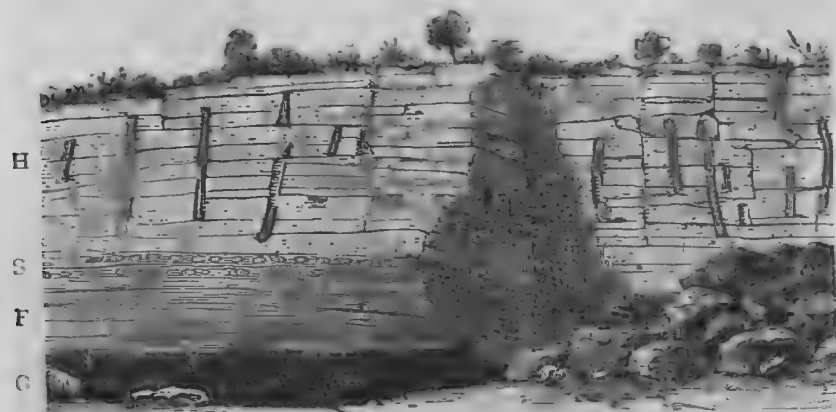


Рис. 304. Вертикально стояшіе древесные стволы въ каменноугольномъ песчаникѣ Трейля, во Франціи. Н—песчаникъ. S—каменноугольная залежь съ почками желѣзной глины. F—угольный сланецъ съ отпечатками растений. G—каменный уголь.

Слѣдующая за каменноугольной, пермская система различныхъ мѣстныхъ напластованій на планетѣ Землѣ заканчиваетъ собою отложенія палеозойской эры нашей углеводородной органической жизни. Характеръ напластованія и здѣсь сходенъ съ предыдущими, но поверхность континентовъ какъ будто еще увеличилась. Прослойки известняковъ, доломитовъ, гипсовъ и каменной соли свидѣтельствуютъ, что море въ это время стало уже горькосоленымъ. Дѣйствіе континентальныхъ потоковъ ясно сказывается въ перемежающихся съ морскими отложеніями или лежащихъ на нихъ слоистыхъ рухлякахъ, глинахъ и песчаникахъ континентальнаго типа. Дѣйствіе вулканизма и подземнаго метаморфоза обнаруживается въ прорывахъ діабазовъ, порфировъ, мелафировъ и въ подъемѣ новыхъ, существующихъ до настоящаго времени горъ, на примѣръ, Уральскаго хребта.

Морской животный міръ этого періода очень напоминаетъ каменноугольный, хотя здѣсь впервые появляется новый типъ головоно-

гихъ: аммониты, которымъ суждено было роскошно развиваться далѣе. Среди наземныхъ насѣкомыхъ появляется очень много таракановъ, среди земноводныхъ ящеровъ—архегозавры, бранхіозавры и первыя настоящія пресмыкающіяся животныя, которыми и заканчивается біологическая эволюція въ палеозойскую эру жизни.

С) Различныя мѣстныя напластованія слѣдующей за нею мезозойской эры представляютъ намъ три послѣдовательныя системы морскихъ и прѣсноводныхъ наносовъ, то тутъ, то тамъ обна-

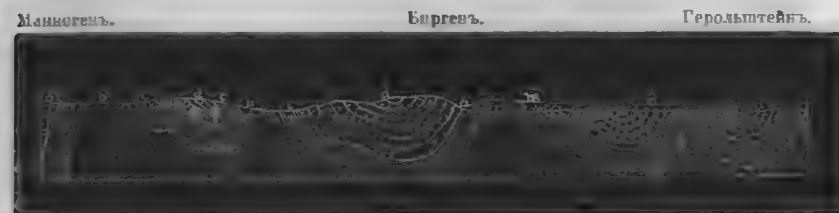


Рис. 305. Разрѣзъ части Эйфеля. bc—нижній отдѣлъ девона; d—средній отдѣлъ девона; m—трансгрессивно-залегающій на девонскихъ складкахъ пестрый песчаникъ триасовой системы.

жающихся отъ другихъ позднѣйшихъ слоевъ на современной поверхности нашей планеты.

Они отличаются отъ предыдущихъ, палеозойскихъ, болѣе спокойнымъ осѣданіемъ и меньшей извилистостью и дислокаціей, свидѣтельствующей, что горообразующіе процессы внутри Земли значительно ослабли къ этому времени. Здѣсь уже нѣтъ такихъ внутреннихъ обширныхъ изліній порфировъ, порфиритовъ и мелафировъ, занимающихъ цѣлыя площади, какъ раньше. Среди морскихъ осадковъ начинаютъ преобладать известняки, доломиты, глина, гипсъ, каменная соль и песчаники.

Въ первой изъ принадлежащихъ сюда системъ—триасовой (рис. 305)—мѣстные пласты морскихъ осадковъ содержатъ остатки водорослей, морскихъ лилій, коралловъ, цератитовъ (изъ головоногихъ), рыбъ и ракообразныхъ. Наземныя и береговыя отслоенія характеризуются папоротниками, хвощами и хвойными, а также земноводными и пресмыкающимися животными, среди которыхъ впервые появляются и млекопитающія, изъ сумчатыхъ.

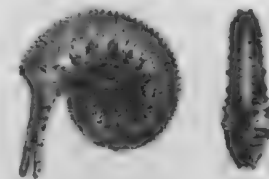


Рис. 306. Примѣръ особенно богато и изящно разубраннаго аммонита: Ammonites (Cosmoceras) Tazon изъ верхнеюрскихъ отложеній.

Во второй—юрской системѣ,—отличающейся въ большинствѣ ея изслѣдованныхъ морскихъ обнаженій сильнымъ развитіемъ известняковъ, уже замѣчены и климатологическія различія многихъ мѣстностей. Однѣ изъ нихъ обладаютъ особыми видами животныхъ, которыхъ нѣтъ въ другихъ, хотя одновременность отслоенія и доказывается однообразіемъ главнѣйшихъ формъ. Морскія животныя

поражаютъ здѣсь своимъ разнообразіемъ. Сохранилось множество микроскопическихъ корненожекъ и радіоларій, большихъ губокъ, коралловъ и коралловыхъ рифовъ, морскихъ лилій, морскихъ ежей,



----- граница между холодной и сѣв. умѣренной зоной.
 - - - - - " " сѣв. умѣренной и экваторіальной зоной.
 " " экваторіальной и юж. умѣренной зоной.

Рис. 307. Распределение морей и суши въ Юрскую эру.

моллюсковъ, изъ которыхъ особенно выдѣляются аммониты (рис. 306) и беллемниты. Здѣсь впервые появляются костистыя рыбы.

Въ наземномъ мірѣ многіе виды насѣкомыхъ становятся близки къ современнымъ. Гигантскія пресмыкающіяся достигаютъ



Рис. 308. Разрѣзъ мѣловыхъ слоевъ на берегу у Изюма (по Мушкетову). 1—бѣлый мѣль. 2—твердый кварцевый песчаникъ. 3—песчанистая глина. 4—зеленый песчаникъ съ кремнями. 5—ноздреватый песчаникъ съ трепеломъ и пескомъ. 6—сѣрый песчаникъ съ прослойками рухляка. 7—известнякъ съ *Nerinea*. 8—мелкозернистый оолитъ. 9—желтоватый известнякъ съ *Gervillia*. 10—твердый известнякъ съ гипсовыми прослойками. 11—рухляки и раковинистые агломераты съ *Trigonon clavellata*. 12—тонкозернистый оолитъ.

апогея своего развитія. Всякій слыжалъ о ихтиозаврахъ, плезиозаврахъ, птеродактилахъ этого времени. Вслѣдъ за насѣкомыми полетѣли, наконецъ, въ высь атмосферы и позвоночныя. Въ юрской системѣ впервые найдены остатки птицъ давно исчезнущаго рода археоптериксъ. вмѣстѣ съ сумчатыми млекопитающими оставили намъ свои окаменѣлые кости и зубы также и грызуны. Наземная флора и здѣсь по прежнему характеризуется папоротниками, хвощами, цикадовыми и хвойными, но условія сохраняемости ихъ остатковъ, очевидно, становятся хуже, вѣроятно, благодаря болѣе сильному развитію микробовъ. Въ Юрской системѣ мы уже не находимъ такихъ большихъ прослоекъ слежавшагося угля, какъ въ каменноугольной.

Въ третьей и послѣдней системѣ различныхъ мезозойскихъ напластованій—въ мѣловой системѣ (рис. 308 и 109),—гдѣ морскія отложенія состоятъ какъ и во всѣхъ другихъ, главнымъ образомъ, изъ глины, песчаниковъ и известняковъ,—микроскопическія корненожки отложили въ нѣкоторыхъ мѣстахъ значительныя прослойки



Рис. 309. Складки и сбросы мѣловыхъ пластовъ и пирамидъ въ Египтѣ. а—твердый бѣлый известнякъ. б—твердый сѣро-бурый песчаникъ. в—бѣлый мергелистый известнякъ, перемежающійся съ сѣрымъ мергелемъ, г—твердый бѣлый известнякъ съ окаменѣlostями (*Nerinea*). д—нубійскій песчаникъ.

блага пишушаго мѣла, почему и придали всей системѣ ея названіе. Въ срединѣ этого періода видны ясныя слѣды медленнаго, но огромнаго передвиженія суши и моря. На всѣхъ современныхъ континентахъ находятся огромныя пространства, занятые верхнемѣловыми морскими отложеніями, свидѣтельствующими, что тогда было море на такихъ мѣстахъ, гдѣ отсутствуютъ морскіе осадки предшествующаго юрскаго періода или даже всѣхъ остальныхъ, такъ какъ верхнемѣловые слои лежатъ иногда прямо на архейскихъ, гнейсовыхъ. Правда, отсутствіе предшествовавшихъ осадковъ можетъ быть объяснено тѣмъ, что они были смыты съ возвышенностей дождями, но уже одинъ фактъ смыванія показываетъ, что передъ самымъ наступленіемъ верхнемѣлового періода были континенты тамъ, гдѣ затѣмъ появилось море. Были ли такіе же огромныя передвиженія и въ другіе геологическіе періоды? Мы можемъ лишь сказать, что на нашихъ современныхъ континентахъ мы пока не знаемъ ни одного настолько крупнаго. Впрочемъ, если мы примемъ во вниманіе, что земная поверхность на $\frac{3}{4}$ закрыта отъ насъ моремъ да и изъ незакрытой хорошо изучено въ геологическомъ отношеніи не болѣе половины, то убѣдимся, что намъ трудно еще отвѣчать на такіе вопросы.

Однако, несмотря на сильныя перемѣшенія морей, вулканическая

и сейсмическая дѣятельность не обнаруживаетъ въ мѣловомъ періодѣ, какъ и въ предшествовавшихъ ему триасовомъ и юрскомъ, такой значительной напряженности, какъ въ палеозойскихъ, хотя медленное образование новыхъ внутреннихъ подъёмовъ и вѣсковое сползание съ нихъ слоевъ выразились ясно въ Европѣ въ образованіи огромныхъ складокъ Кавказа, Альпъ и Карпатовъ относящихся къ этому времени.

Слѣды климатической неоднородности различныхъ областей обнаруживаются здѣсь еще яснѣе, чѣмъ въ юрскій періодъ. Такъ, на югѣ Европы и Сѣверной Америки нерѣдки среди морскихъ мѣловыхъ отложеній коралловые рифы, между тѣмъ какъ въ сѣверныхъ частяхъ на тѣхъ же самыхъ континентахъ ихъ уже нѣтъ.

Материковая и прибрежная фауна еще сохранила и ихтиозав-

ровъ, и плезиозавровъ, присоединивъ къ нимъ и даже большихъ, въ родѣ мезозавра, выроставшаго до 20 метровъ длины. Костистыя рыбы достигли здѣсь особеннаго развитія. Изъ птицъ появились виды близкіе къ гагарамъ, среди млекопитающихъ обнаружены пер-

выхъ китообразныя, въ лицѣ которыхъ органическая жизнь, вышедшая когда-то изъ морей на континенты, снова направились, достигнувъ на нихъ высшаго развитія, обратно въ море. Въ мѣловой періодъ найдены, наконецъ, какъ-то разомъ, многочисленные виды и цвѣтковыхъ растений: пальмы, магноліи, дубы, платаны, клены, ивы, тополя, плющи, березы, буки, черешни, и почти всѣ они роскошно росли даже въ Гренландіи, показывая этимъ, что цвѣтковая растительность появилась въ полярныхъ странахъ и постепенно надвигалась къ югу, вытѣсняя прежніе папоротники и плауны. Обиліе цвѣтковыхъ видовъ при наступленіи мѣлого періода, несомнѣнно, указываетъ, что такія растенія существовали и ранѣе, и что между юрскими и мѣловыми пластами должны гдѣ-нибудь оказаться еще и промежуточные съ болѣе бѣдной цвѣтковой флорой. Такъ оканчивается мезозойская эра жизни планеты Земли и ея обитателей.

D) Различныя мѣстныя напластованія слѣдующей за нею, нео-

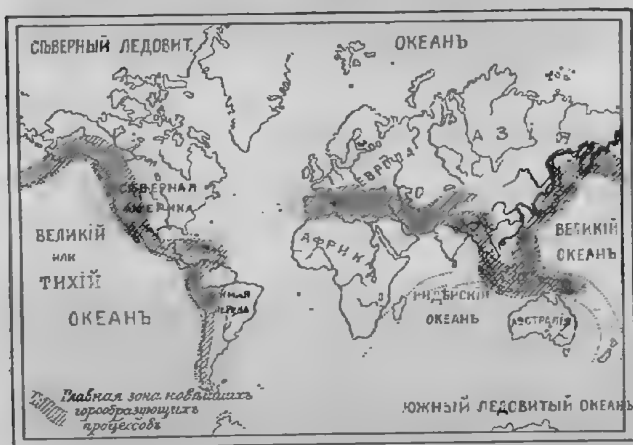


Рис. 310. Карта распредѣленія новѣйшихъ складчатыхъ краевъ.

зойской эры (рис. 311), покрываютъ почти треть изслѣдованной части суши и представляютъ послѣднія геологическія оболочки земного шара. По продолжительности существованія и средней толщинѣ слоевъ вся эта эра соответствуетъ не болѣе, какъ одному періоду предыдущихъ, даже, какъ нѣкоторые полагаютъ, одной только половинѣ лежащаго подъ ней мѣлого періода. Но благодаря недавности образования, на ней всего яснѣе сохранились слѣды пережитого, и потому мы можемъ изучать ее несравненно детальнѣе. Обыкновенно въ ней различаютъ шесть частныхъ періодовъ: эоценовый, олигоценовый, міоценовый, пліоценовый, дилувіальный съ его морскими, ледниковыми, золовыми и рѣчными наносами, и аллювіальный или современный съ его раздѣленіями по степени культуры человѣка: каменный, бронзовый и желѣзный вѣка. Мы можемъ видѣть здѣсь, какъ глубинныя морскія отложенія, благодаря мѣстнымъ измѣненіямъ уровня воды, часто смѣняются лагунными, прѣсноводными и наземными; какъ моря медленно, но постепенно мелѣютъ и сокращаются въ своей площади, свидѣтельствуя о непрерывномъ переходѣ воды въ глубину Земли въ химическія

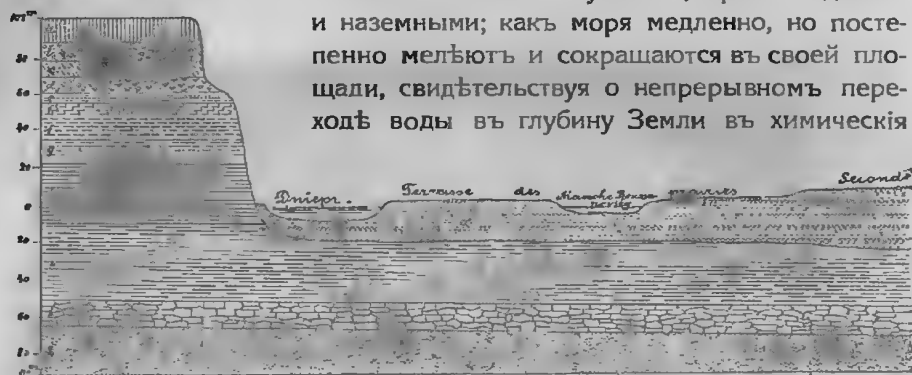


Рис. 311. Сравнительно ровныя наслоенія неозойской эры въ разрѣзѣ долины Днѣпра:

- | | |
|--|---|
| I. Новѣйшіе слои. | |
| a — лесъ. | f — оолитовый песчаникъ. |
| a' — рѣчной песокъ. | g — зеленосѣрые песчаники. |
| b — валунный суглинокъ. | h — спондиловая глина. |
| c — прѣсноводные суглинки. | i — зеленоватые глинистые пески. |
| d — бурая глина съ мергелистыми строктами. | III. Мѣловые слои. |
| | (подстилка предыдущихъ) |
| | k — мѣль. |
| II. Болѣе ранніе. | l — зеленые глинистые пески. |
| e — пестрая глина. | (Слѣва правый нагорный берегъ, справа лѣвый—низменный). |
| f — бѣлые пески. | |

соединенія съ сохранившимися еще тамъ безводными породами. Мы можемъ убѣдиться, какъ путемъ подземной сухой перегонки бурого угля или другихъ органическихъ остатковъ цѣлые слои земли пропитываются различными углеводородами нефти (рис. 312) подобно тому, какъ многіе слои протогнейсовъ были когда-то мѣстами пропитаны расплавленными металлами. Мы можемъ прослѣдить по переѣнамъ растительности, какъ постоянно измѣнялся и климатъ,

дѣлаясь въ нашихъ умѣренно-сѣверныхъ странахъ то холоднѣе, то теплѣе, такъ что онѣ поочередно покрывались ледниками или приобрѣтали роскошную растительность теплаго умѣренного пояса. Но, къ сожалѣнію, мы еще не можемъ отвѣтить на вопросъ, были ли эти перемѣны одновременны съ такими же замѣчаемыми на окончностяхъ южныхъ континентовъ или чередовались съ ними, оставляя среднюю температуру всего земного шара почти постоянной или плавно понижающейся?..

Морскія отложения неозойскаго періода отличаются отъ предыдущихъ, большею частью сильно слежавшихся, своею рыхлостью и меньшими слѣдами внутренняго прокаливанія и метаморфоза. Въ наземной флорѣ получаютъ полное господство цвѣтковые растенія, а въ фаунѣ—плацентарные млекопитающіе, среди которыхъ во вторую половину появляются, наконецъ, и остатки первобытнаго

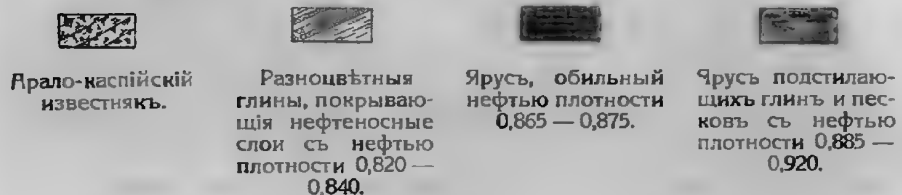


Рис. 312.

человѣка (рис. 313), какъ въ видѣ пещерныхъ костей, такъ и въ видѣ каменныхъ, а потомъ и металлическихъ орудій и результатовъ ихъ примѣненія.

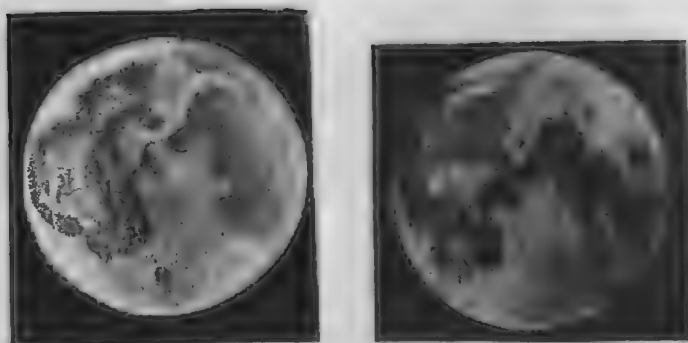
Общіе законы эволюцій животныхъ и растений и развитіе вмѣстѣ съ ними новаго, эктропическаго фактора въ измѣненіи земной природы, заключающагося въ ассимилизационной дѣятельности организмовъ, ихъ вѣчномъ возрожденіи путемъ почкованія или слиянія другъ съ другомъ, и сознательной работы человѣчества—будутъ подробно изложены въ дальнѣйшихъ отдѣлахъ „Итоговъ Науки“. Нашъ краткій эскизъ эволюціи органической жизни въ связи съ послѣдними напластованіями земного шара служитъ лишь для того, чтобы показать, что ни одно изъ нихъ, за исключеніемъ тѣхъ, гдѣ глубокой химическій или плутоническій метаморфизмъ совершенно истребилъ первоначальныя включенія, не остался безъ ея слѣдовъ. Главная же цѣль всего предыдущаго состоитъ въ томъ, чтобы убѣдить чита-

теля, что современная углеводородная органическая жизнь есть одна изъ естественныхъ функций общей эволюціи Земли, какъ планеты, въ эпоху возникновенія на ней воды, а слѣдовательно, и всѣ законы ея развитія, которые открылъ намъ гений Ламарка и Дарвина, также общи и обязательны на всѣхъ свѣтилахъ, какъ и законъ тяготѣнія Ньютона, такъ и законы электрическихъ притяженій и отталкиваній



Рис. 313. Такъ наз. „Неандертальскій черепъ“, остатокъ черепа дилювіальной первобытной расы человѣка, приближавшагося къ обезьянѣ. 1—въ профиль, 2—спереди, 5—сверху. Рядомъ часто сравниваемый съ нимъ Энгисскій черепъ; 3—въ профиль, 4—спереди, 6—сверху.

Кулона. Можно думать даже, что настолько же обязательны на всѣхъ свѣтилахъ и законы социологической эволюціи, какъ только жизнь на нихъ вступаетъ въ сознательную фазу своего развитія, и что на Землѣ мы изучаемъ лишь единичный примѣръ ихъ безчисленныхъ примѣненій во вселенной.



Поцѣлуй на лунѣ, какъ его видятъ нѣкоторые въ полнолуніе.

9. Общій видъ лунной поверхности.

Разсматривая современные наружные покровы и ихъ внѣшнюю конфигурацію у нашей спутницы Луны, мы видимъ въ нихъ поразительныя различія съ вышеописанными наслоеніями Земли. Прежде всего, на Лунѣ нѣтъ системъ горныхъ складокъ, опоясывающихъ всю планету по большому кругу. Самый высокій хребетъ,—Лунные Апеннины,—окаймляющій юго-восточную часть ея темнаго ровнаго пространства, названнаго „моремъ Дождей“, не достигаетъ и пятнадцатой части соответствующаго ему большого круга, опоясывающаго лунную поверхность. Да и по внѣшности онъ скорѣе кажется какимъ-то гигантскимъ сметомъ пыли, въ 720 километровъ длины и до 5 километровъ высоты, съ прилегающей къ нему овальной равнины, которая, прибавимъ, окаймлена и съ другой стороны такими же, хотя и болѣе низкими, дюнообразными размѣтами, достигающими значительныхъ разиѣровъ лишь около такъ называемаго залива Ирисъ, гдѣ пикъ Радуги (рис. 314) представляетъ для наблюдателя дивную картину за нѣсколько дней до новолунія, когда заходящее надъ этой мѣстностью солнце бросаетъ отъ него длинную черную тѣнь въ прилегающую равнину „море Дождей“.

Мы уже отмѣтили овальную форму этой равнины, которую первые наблюдатели считали моремъ по ея болѣе темному цвѣту. Такихъ „морей“ на Лунѣ можно насчитать нѣсколько, но вмѣсто того, чтобы преобладать на южномъ полушаріи, какъ на Землѣ, эти „моря“ явно господствуютъ на сѣверномъ. Югъ Луны болѣе богатъ плоскими возвышенностями, чѣмъ ея сѣверъ, хотя и вся обращенная къ намъ половина Луны, собственно говоря, представляетъ плоскогорье, если положиться на выводы Ганзена (Hansen), нашедшаго, что центръ тяжести Луны находится на 59 километровъ далѣе отъ насъ, чѣмъ ея геометрический центръ.



Рис. 314. Равнина слѣва—море Дождей, съ дюнами вверху и въ срединѣ около овальнаго залива Радуги съ высокой горой мысъ Лапласъ (Центръ фотографіи) и циркомъ Платонъ въ лѣвомъ нижнемъ углу.

Дѣйствительно, благодаря тяготѣнью къ Землѣ и происходящему отъ этого вѣчному статическому приливу спереди и сзади, Луна легко могла принять яйцевидную форму, при чемъ наибольшій діаметръ яйца обращенъ къ намъ, и значительная часть атмосферы могла перенестись на обратную отъ насъ сторону, гдѣ также могли сосредоточиться и настоящія лунныя моря. На этой яйцевидной основѣ и расположены тѣ болѣе темныя пятна, которыя такъ хорошо замѣтны на Лунѣ даже простымъ глазомъ. Фотометрическія измѣренія показываютъ, что лучи солнечнаго свѣта отражаются отъ нихъ почти на столько же, на сколько отъ нашего земного чернозема, тогда какъ отъ возвышенностей Луны они отражаются почти какъ отъ нашего желтовато-бѣлаго прибрежнаго песка. Овальная форма нѣкоторыхъ изъ нихъ прямо бросается въ глаза. Такъ, на сѣверо-восточной части мы видимъ море Кризисовъ (рис. 322, стр. 731), которое однимъ изъ первыхъ показывается на Лунѣ послѣ ея новолунія и отличается особенно темнымъ цвѣтомъ. Оно имѣетъ въ поперечникѣ около 500 километровъ и тоже окружено какъ будто разметомъ пыли, болѣе круто спускающейся къ его внутренней овальной равнинѣ, чѣмъ къ окружающей мѣстности. Рядомъ съ нимъ, западнѣе, лежитъ море Ясности, съ поперечникомъ около 700 километровъ и, наконецъ, уже описанное нами „море Дождей“, длина котораго достигаетъ 700 километровъ (рис. 314).

Къ этому ряду овальныхъ сѣверныхъ морей прилегаютъ съ запада два уже безформенныя огромныя темноватыя пространства, называемыя „океаномъ Бурь“ и „моремъ Облаковъ“, раздѣленные Рифейскими горами, такого же вида, какъ и лунныя Апеннины, но только значительно меньше. Въ южномъ же полушаріи лежитъ „море Влажности“, съ поперечникомъ въ 430 километровъ и „море Нектара“ около 300 километровъ, соединяющіяся безформеннымъ „моремъ Плодородія“ и „моремъ Покоя“ съ вышеописаннымъ „моремъ Ясности“. Уже отсюда мы видимъ, что на лунной поверхности есть два типа морей: одни—безформенныя, какъ и на Землѣ, а другія—круглыя и окруженныя горообразными наметами, подобныхъ которымъ мы не знаемъ на Землѣ, хотя по берегамъ нѣкоторыхъ изъ нашихъ морей и идутъ цѣпи горъ, какъ, напримѣръ, у американскаго берега Тихаго океана.

Что такое представляютъ изъ себя эти темныя пятна, преобладающія, какъ мы видимъ на фотографіи, въ среднихъ широтахъ Луны, тогда какъ полярныя страны, особенно на югѣ, характеризуются болѣе свѣтлымъ цвѣтомъ, какъ и у насъ на Землѣ?

Мы уже говорили, что старинные астрономы считали ихъ дѣйствительными морями, наполненными водою, а болѣе поздніе отвергли это мнѣніе, такъ какъ увидѣли въ свои усовершенствованные телескопы всѣ подробности ихъ дна. Одно это обстоятельство, конечно, не могло бы убѣдить насъ въ отсутствіи на данныхъ мѣстахъ даже и очень глубокихъ морей. Вѣдь вода имѣетъ ту особенность,

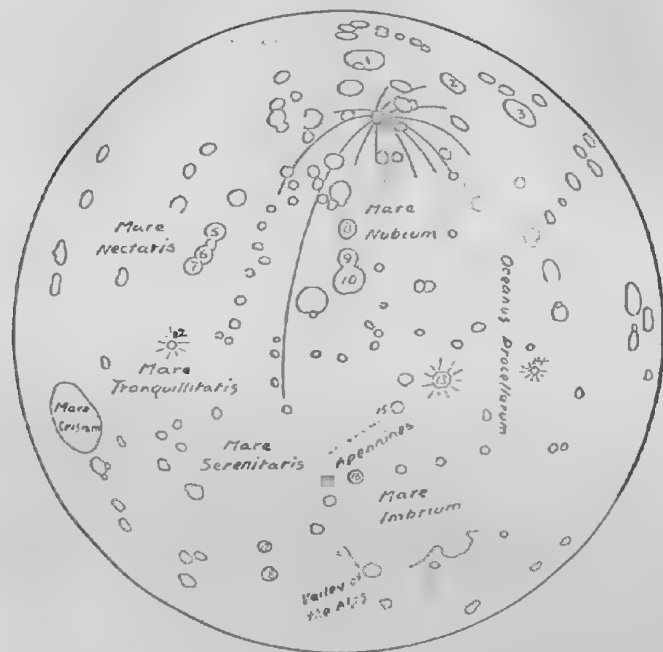
что не даетъ хорошо видѣть въ свое дно только наблюдателю, близкому къ ея поверхности. Я уже упоминалъ выше, что путешественники на воздушныхъ шарахъ и аэропланахъ прекрасно видятъ съ высоты всѣ подробности дна Ламанша, Финскаго залива и вообще какихъ-угодно не исключительно глубокихъ морей, даже и въ то время, когда на ихъ поверхности идутъ волны, и когда для наблюдателя съ борта парохода всякій брошенный предметъ совершенно пропадаетъ для глазъ уже на глубинѣ одного полуметра.

Но если съ высоты одного-двухъ километровъ дно нашихъ морей видно такъ хорошо, то насколько же оно должно быть лучше видно съ поверхности Луны? Не показались ли бы лунному наблюдателю и наши моря простыми темными пятнами на земной поверхности, на которыхъ онъ видитъ, хотя и въ темномъ свѣтѣ, всѣ неровности дна въ тѣхъ случаяхъ, когда муть, всегда присутствующая въ нашей водѣ отъ наносовъ рѣкъ, отъ береговыхъ прибоевъ и теченій, не заслоняетъ ихъ какъ мглю? Но на Лунѣ никакой мути не можетъ быть въ моряхъ, такъ какъ, вслѣдствіе рѣдкости ея современной атмосферы, на ней нѣтъ ни бурь, ни дождей, ни ручьевъ, ни рѣкъ, ни береговыхъ прибоевъ, и потому вода или другая жидкость, если такая прикрываетъ ея темныя низменности, должна быть кристально прозрачной. Она позволила бы намъ, летящимъ надъ нею на Землѣ, какъ на далекомъ воздушномъ шарѣ, видѣть всѣ подробности ея дна, совершенно такъ же, какъ мы и видимъ ихъ въ дѣйствительности, тѣмъ болѣе, что глубина лунныхъ морей, если бѣ она и доходила даже до 100 метровъ, была бы незамѣтна для нашего глаза въ лучшіе телескопы. Мы не могли бы различить такого протяженія даже и при рѣдко употребляющемся для Луны увеличеніи въ 200 разъ, даже и въ томъ случаѣ, если бы предметъ въ 100 метровъ поперечника лежалъ передъ нами горизонтально.

Припомнимъ, что специалистъ по селенографіи, Филиппъ Фаутъ (Ph. Fauth), производилъ свои наблюденія именно при такомъ увеличеніи. Вся толща лунныхъ морей, прикрывающая ихъ дно, показалась бы намъ при подобныхъ условіяхъ не толще папиросной бумаги, наклеенной на Луну. Точно такъ же не было бы для насъ замѣтно и вліянія рефракціи, которое лишь неощутимо сократило бы тѣни подводныхъ лунныхъ горъ. Не было бы замѣтно и явленій частной поляризаціи во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ не происходитъ полного внутренняго отраженія лучей въ покрывающей Луну влагѣ, такъ какъ сравнительно немногіе солнечные лучи, поляризованные отражающей поверхностью воды, смѣшивались бы въ каждомъ мѣстѣ съ лучами, приходящими къ намъ съ дна и поляризованными въ поперечномъ къ нимъ направленіи. Въ результатѣ возстановился бы первоначальный свѣтъ Солнца.

Правда, что во всѣхъ моряхъ, которыя лежатъ менѣе чѣмъ на четверть радіальнаго разстоянія отъ края луннаго диска до его центра, каково, напримѣръ, „море Кризисовъ“, при абсолютномъ

штиль, должны бы были происходить явления полного внутреннего отражения (для воды $41^{\circ}25'$ наклона к ее поверхности), благодаря которым мы не могли бы видеть никаких деталей их дна, но и это возражение совершенно теряет свою силу, как только мы допустим, что от действия Солнца происходят хотя бы самые легкие вѣтры в лунной атмосферѣ, способные вызывать на поверхности ее воды хоть незначительную рябь. Тогда дно в этих мѣстах сейчас же будет видно, как видно и съ воздушных шаровъ на Землѣ, несмотря на волнение. Лучей, доходящихъ до насъ изъ глубины черезъ соотвѣтственно наклоненные къ намъ элементы по-



- | | | | |
|--------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 1. Клавіусъ. | 6. Кирилль. | 11. Гассенди. | 16. Архимедъ. |
| 2. Шиллеръ. | 7. Теофилъ. | 12. Маскелейнъ. | 17. Эвдоксъ. |
| 3. Шиккаръ. | 8. Арзахель. | 13. Коперникъ. | 18. Аристотель. |
| 4. Тихо. | 9. Альфонсъ. | 14. Кеплеръ. | 19. Платонъ. |
| 5. Катарина. | 10. Птолемей. | 15. Эратосфенъ. | |

Рис. 315. Схема общего вида Луны съ надписями.

верхностей у каждой волны, будетъ совершенно достаточно, чтобы представить намъ, хотя бы и въ темномъ, сѣроватомъ цвѣтѣ, полную картину дна.

Но не могли ли бы мы замѣтить въ лунныхъ моряхъ такой же узкой свѣтовой полоски, идущей отъ насъ къ склоняющемуся надъ ихъ поверхностью Солнцу, какую мы видимъ въ болѣе широкихъ размѣрахъ на поверхности нашихъ волнующихся озеръ и морей по вечерамъ? Конечно, она была бы, вѣроятно, видна въ лунномъ океанѣ Бурь незадолго до новолунія, даже и съ такого громад-

наго разстоянія отъ Луны, какъ Земля, если въ немъ есть вода, и поверхность ее волнуется по направленію къ намъ или къ Солнцу.

Однако ожидать чего-либо особенно эффектнаго и въ этомъ случаѣ невозможно. Во-первыхъ, серпъ Луны и океанъ Бурь, на фонѣ котораго должна бы явиться такая полоска, самъ ярко сіяетъ при такомъ положеніи, а слѣдовательно, и контрастъ свѣтовыхъ эффектовъ не великъ; а во-вторыхъ, и наблюдать этотъ „океанъ“, при условіи нахождения Солнца за нимъ, приходится въ нашихъ странахъ почти при полномъ разсвѣтѣ на фонѣ утренней зари. Другія же „моря“ (даже и „море Плодородія“), по своему положе-

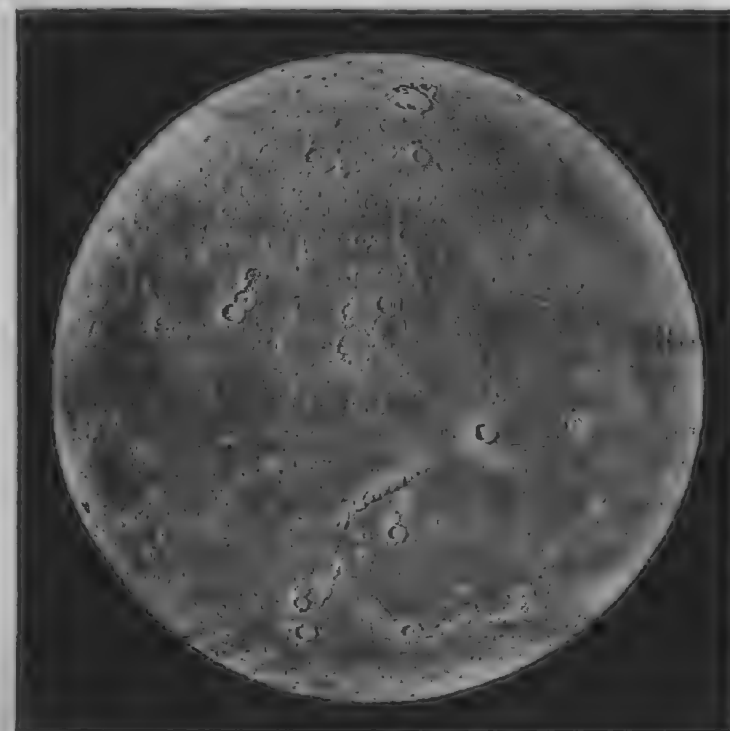


Рис. 316. Общий видъ Луны (безъ надписей, для наглядности). (Изображеніе повернуто низомъ вверхъ, какъ въ телескопахъ).

нію и времени луннаго дня на ихъ горизонтѣ, въ нужный моментъ представляютъ совсѣмъ мало удобства для такого рода наблюдений. Значитъ, замѣтить нашимъ глазомъ подобную свѣтовую полосу было бы очень трудно, особенно потому, что, не зная точно зенита данной части Луны, способнаго нѣсколько уклониться въ зависимости отъ положенія центра тяжести, мы не можемъ съ полной точностью предсказать и мѣсто указаннаго явленія¹⁾. Несравненно

¹⁾ Благодаря либраціи, мѣсто такой свѣтовой полоски можетъ колебаться но не болѣе какъ на $6^{\circ}38'$ къ сѣверу и югу отъ луннаго экватора.

легче было бы его замѣтить на фотографіи, если бы употребить при ней свѣтовой фильтръ, не пропускающій сумерочныхъ лучей нашей атмосферы, вуалирующихъ пластинки при вечернемъ фотографированіи.

Переходя теперь къ явленіямъ полной поляризаціи свѣта нѣкоторыми частями Луны, мы и здѣсь встрѣчаемъ рядъ большихъ затрудненій для обнаруженія этимъ способомъ жидкостей на Лунѣ. Отражаясь отъ поверхности воды, солнечный лучъ вполне поляризуется только при углѣ наклоненія въ $37^{\circ}15'$ (къ этой поверхности). Косинусъ такого угла равенъ $\frac{1}{3}$. Слѣдовательно, на разстояніи $\frac{1}{3}$ отъ луннаго центра по направленію къ Солнцу, какъ только оно, Земля и Луна, составятъ уголъ вдвое болѣе $37^{\circ}15'$, должно на минуту появляться пятно вполне поляризованнаго солнечнаго свѣта, кажущееся чернымъ при соотвѣствующемъ положеніи поляризующей призмы, если это мѣсто покрыто водою. Но, прежде всего, лучи, которые показываютъ намъ дно лунныхъ морей (предполагая, что они дѣйствительно водныя), явно отражаются не отъ поверхности ихъ воды, которая одна и могла бы вызвать въ нихъ ясныя поляризаціонныя явленія, а отъ самаго дна, и потому теоретически не могутъ дать отчетливой поляризаціи, да и наблюдать указанную точку лунной поверхности пришлось бы лишь въ сумерочномъ свѣтѣ.

Таковы огромныя трудности, которыя наука должна преодолѣть при рѣшеніи даже настолько, повидимому, легкой задачи, какъ вопросъ: покрыты ли такъ называемыя „моря“ Луны жидкостью или нѣтъ? Всѣ современные изслѣдователи склоняются къ тому, что въ настоящее время эти моря сухи. Но, разобравъ теперь критически доводы, приводимые въ подтвержденіе такого мнѣнія, мы не можемъ не притти къ заключенію, что ихъ пока недостаточно для окончательнаго рѣшенія вопроса, требующаго еще новыхъ и очень трудныхъ изслѣдованій.

Разсматривая изданные прежними астрономами рисунки свѣтилъ съ ихъ фантастическими мелкими деталями, мы всѣ невольно преувеличиваемъ масштабъ, въ которомъ они наблюдали эти свѣтила. Детали, принадлежащія самому художнику или его манерѣ рисовать, мы невольно приписываемъ дѣйствительности. Возьмемъ, на примѣръ, хотя бы прилагаемый рисунокъ лунныхъ Апеннинъ (рис. 317) и цирковъ. Сколько отчетливыхъ подробностей! Кажется, что видно каждый большой камень! А между тѣмъ, всѣ частности, за исключеніемъ общихъ контуровъ горъ и большихъ цирковъ, какъ называются круговыя впадины на рисункѣ, принадлежать просто условной манерѣ, выработавшейся для воспроизведенія земныхъ пейзажей у гравировъ, которымъ астрономъ далъ для перерисовки и отдѣлки свои первоначальные карандашные наброски! А вотъ и другой образчикъ, взятый мною изъ книги Фаута (Fauth: „Was wir vom Monde wissen.“), гдѣ желаніе подражать картографамъ сдѣлало настоящую географическую карту (рис. 318). Ничего подобнаго этому

Лунный ландшафтъ.

По эскизу Николая Морозова, исполнено художникомъ Я. А. Чахровымъ.

Съ лѣвой стороны темное „Море“ съ его береговыми дюнами, въ срединѣ желтоватыя ширки, наблюдаемые съ „птичьяго полета“. Вверху черное лунное небо съ млечнымъ путемъ и землей съ ея вѣчными поясами экваторіальныхъ облаковъ и просвѣчивающей изъ-подъ нихъ Америкой.



ЛУННЫЙ ЛАНДШАФТЪ.

По рискам Николая Морозова и полнено художником Л. А. ПАВЛОВЫМЪ

вы не увидите, когда смотрите на Луну въ телескопъ даже при самыхъ сильныхъ увеличеніяхъ. Всѣ эти рисунки и карты представляютъ лишь образчики того, какъ вамъ не нужно рисовать или снимать на планъ Луну, если вы хотите дать о природѣ ея поверхности правильное представленіе. Вы увидите Луну, да и то въ лучшія изъ современныхъ астрономическихъ трубъ, всегда въ нѣсколько десятковъ разъ меньше, чѣмъ она представлена тутъ, и лишь съ тѣми подробностями, какія вы найдете на приложенныхъ въ этой книгѣ цинкографіяхъ,

гдѣ неизбѣжная зернистость фотографическихъ пластинокъ выступила. ясно послѣ того, какъ, для большей отчетливости, сдѣлали съ негативовъ эти увеличенные снимки. Та же самая зернистость придала и здѣсь лунной поверхности подробности, которыхъ мы въ дѣйствительности на ней не видимъ и не снимаемъ на фотографію. Всѣ точки — подробности самой фотографической пластинки, а никакъ не Луны. Для того, чтобы сразу поставить наше воображеніе въ надлежащія рамки, мы никакъ не должны забывать слѣдующаго масштаба: всѣ обращенные къ намъ предметы на Лунѣ менѣе полукилометра (или все равно полувёрсты) въ квадратѣ мы получаемъ на самыхъ лучшихъ увеличенныхъ фотографіяхъ въ видѣ едва различимыхъ точекъ, въ которыхъ уже не можемъ разобрать никакихъ контуровъ, а если будемъ ихъ увеличивать еще болѣе, то, вмѣсто новыхъ подробностей, увидимъ лишь сдѣлавшіяся видимыми микроскопическія зерна самихъ пластинокъ.

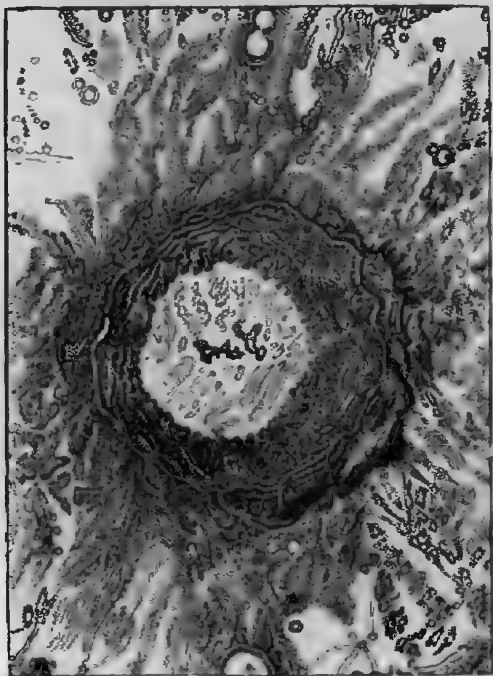
Но хотя горизонтально лежащія равнины доступны нашему заученію лишь въ такомъ ничтожно маломъ масштабѣ, возвышенности Луны при благопріятномъ боковомъ освѣщеніи мы мо-



Рис. 317. Лунные Аппенины съ бороздами и цирками, по шаржированному рисунку XIX вѣка. Съ большими цирками—Аристоклѣ и Автоликѣ—и другими малыми.

жемъ изучать несравненно лучше. Всякая выпуклость почвы при закатѣ Солнца въ данной мѣстности бросаетъ на прилегающую къ ней равнину тѣнь, во много десятковъ разъ превышающую ея собственную высоту надъ уровнемъ равнины, и потому дѣлаетъ замѣтнымъ для насъ на Лунѣ даже возвышенія въ 20 метровъ, не превосходящія самыхъ большихъ зданій нашихъ городовъ. Благодаря этому, мы получаемъ возможность не только видѣть, но и сфотографировать на берегахъ лунныхъ „морей“ замѣчательныя особенности, неожиданно сблизившія ихъ, хотя бы по внѣшности, съ берегами нашихъ земныхъ морей.

s.



N.

Рис. 318. Циркъ Коперникъ (по Fauth'y).

Подобныя береговія перемѣны происходятъ всегда какъ бы порывами, въ промежутки которыхъ дѣйствіе волнъ вымываетъ такъ называемую береговую террасу, часто достигающую десятковъ метровъ высоты. У нѣкоторыхъ водныхъ бассейновъ, гдѣ уровень воды значительно опустился, мы находимъ нерѣдко по нѣскольку подобныхъ террасъ, которыя при восходѣ и заходѣ надъ ними Солнца бросаютъ длинныя тѣни, и потому должны быть очень замѣтны для наблюдателя съ Луны. И что же? Совершенно такія же береговія террасы находимъ мы и у лунныхъ морей, считаемыхъ сухими. Все это приводило нѣкоторыхъ изслѣдователей къ заключенію, что если не теперь, то когда-то въ прежнія времена поверхность темныхъ лунныхъ пятенъ дѣйствительно была покрыта жидкостью и что, кромѣ

того, у лунныхъ морей существовали и береговыя прибои, т.-е. дули значительныя вѣтры. Если же эти длинныя возвышенности мы будемъ считать не береговыми террасами, а простыми дюнами, ряды которыхъ окаймляютъ песчаные берега морей, то при рѣшеніи вопроса должны всегда помнить, что дюны могутъ произойти только отъ вѣтра или сильнаго взрыва газовъ въ мѣстностяхъ, покрытыхъ глубокимъ сыпучимъ пескомъ.

Но вѣтры на Лунѣ, при ея ничтожной атмосферѣ, ни въ какомъ случаѣ теперь не могутъ поднять пыли или песку даже и при сравнительной слабости тяготѣнія на нашей спутницѣ, а поэтому и присутствіе дюнообразныхъ окаймленій или береговыхъ террасъ представляетъ одну изъ величайшихъ загадокъ, которыя предлагаетъ намъ Луна. Легче всего представить, что это—результаты столкновенія Луны съ метеоритными роями, при чемъ каждый метеоритъ обращался въ скопленіе газовъ, вслѣдствіе самонагрѣванія при столкновеніи, и уподоблялся урагану, какъ мы будемъ говорить еще далѣе.

10. Рѣки — артеріи живой планеты. Ихъ общій видъ на Землѣ и кажущееся отсутствіе на Лунѣ. Возможна ли на современной Лунѣ органическая жизнь?

Отъ всѣхъ предыдущихъ сопоставленій, касающихся общей конфигураціи поверхностныхъ слоевъ Земли и Луны, какъ планетъ-близнецовъ, перейдемъ теперь къ сравнительному разбору ихъ деталей.

Прежде всего, на нашихъ картахъ Земли мы привыкли видѣть цѣлую сеть извилистыхъ рѣкъ, большею частью доходящихъ до какого-либо моря или прѣсноводнаго бассейна, имѣющаго въ такомъ случаѣ и свой собственный истокъ. Это обязательно, потому что иначе отъ приносимыхъ рѣками растворимыхъ почвенныхъ компонентовъ, между которыми преобладаютъ хлористый натрій, магнезія и известь, всякій прѣсноводный бассейнъ съ теченіемъ лѣтъ сдѣлался бы горько-соленымъ, какъ и море, первоначально тоже осявшее прѣснымъ изъ земной атмосферы.

Видны ли съ Луны наши рѣки? Большинство изъ нихъ вычерчивается картографами при составленіи континентовъ земного шара въ преувеличенно утолщенномъ видѣ, такъ какъ если бы соблюсти ихъ правильный поперечный масштабъ, то онѣ уже не были бы видны простымъ глазомъ по причинѣ чрезвычайной тонкости соотвѣствующихъ имъ линій.

Точно такъ же большинство изъ нихъ не были бы видны и съ Луны въ самые сильные изъ нашихъ телескоповъ, перенесенныхъ туда. Только тѣ, ширина которыхъ превышаетъ сотню метровъ, мы могли бы наблюдать оттуда при наибольшихъ нашихъ телескопическихъ увеличеніяхъ въ видѣ извилистыхъ черточекъ, похожихъ на едва замѣтныя паутинки.

Еще въ худшихъ условіяхъ находится по отношенію къ намъ Луна, такъ какъ по причинѣ ея въ $12\frac{1}{2}$ разъ меньшей поверхности, и рѣки на ней должны быть во столько же разъ уже нашихъ, даже и при одинаковомъ количествѣ атмосферическихъ осадковъ. Онѣ не могутъ быть доступны лучшимъ изъ нашихъ телескоповъ. Значитъ, при существующихъ у насъ средствахъ наблюденія, мы не можемъ даже и надѣяться увидать на Лунѣ слѣды русла какой-либо рѣки, хотя бы и при боковомъ освѣщеніи Солнцемъ, когда русло цѣликомъ окутано черной тѣнью одного изъ своихъ береговъ, если оба берега равной высоты, и одинъ берегъ не допускаетъ тѣнь другого распространяться дальше.

Но на земной поверхности равенство береговъ у рѣкъ бываетъ рѣдко. Въ умѣренныхъ и холодныхъ поясахъ сѣвернаго полушарія правый берегъ всякой рѣки, если мы смотримъ внизъ по ея теченію, бываетъ высокимъ, обрывистымъ, т.е. подмывается водою, а лѣвый—низменнымъ, на которомъ рѣка постепенно откладываетъ въ видѣ ила и песка все то, что смыла съ праваго берега нѣсколько выше даннаго мѣста.

На южномъ же полушаріи Земли, въ его умѣренномъ и холодномъ поясахъ, наоборотъ, высокимъ всегда бываетъ лѣвый берегъ, а низменнымъ правый.

Оба эти явленія всецѣло обуславливаются вращеніемъ нашей планеты.

Возьмемъ для доказательства воображаемую рѣку, текущую по меридіану къ экватору отъ сѣвернаго полюса Земли. Она стремится течь къ югу, а земная поверхность,—несущаяся подъ ней благодаря вращенію Земного шара отъ запада къ востоку и притомъ все съ большими и большими скоростями по мѣрѣ увеличенія разстоянія отъ полюса,—будетъ все время напирать на ея текущую воду своимъ правымъ западнымъ берегомъ, и потому онъ будетъ размываться внизу, обваливаться сверху въ рѣку и такимъ образомъ получить обрывистый видъ. Лѣвый же восточный берегъ, какъ бы стремящійся

удалиться отъ рѣки, не только не будетъ подмываться ею, но и сохранить на себѣ, при постепенномъ отступленіи русла вправо, все то, что было отмыто (конечно, нѣсколько выше по теченію) отъ праваго берега. Если же рѣка будетъ течь съ юга по направленію къ сѣверному полюсу, то ея вода, уже несшаяся вмѣстѣ съ земной поверхностью не только къ сѣверу, но и къ востоку, будетъ все время стараться сохранить по инерціи и свою боковую скорость, несмотря на постепенное уменьшеніе этой скорости у земной поверхности по мѣрѣ уменьшенія разстоянія до полюса. Поэтому, рѣка будетъ подмывать восточный (т.е. и на этотъ разъ свой правый) берегъ, если смотрѣть внизъ по ея теченію, отлагая размытое на лѣвомъ низменномъ берегу, гдѣ было когда-то ея прежнее русло.

Нетрудно видѣть, что совершенно то же будетъ и при другихъ направленіяхъ теченія рѣкъ въ полярныхъ или среднихъ сѣверныхъ широтахъ. Вода, текущая, на примѣръ, къ востоку, будетъ обращаться вокругъ земной оси скорѣе лежащей подъ нею почвы, центробѣжная сила ея окажется больше, и она будетъ подмывать южный и въ этомъ случаѣ тоже свой правый берегъ, а если будетъ течь къ западу, то, благодаря меньшей скорости такого же ежесуточного обращенія своей воды и ея меньшей центробѣжной силѣ, она будетъ стремиться къ сѣверу и подмывать сѣверный, т.е. и здѣсь тоже свой правый берегъ. Очевидно, что и во всѣхъ промежуточныхъ направленіяхъ теченія, гдѣ будутъ слагаться геометрически дѣйствія обоихъ факторовъ, произойдетъ то же самое.

Значитъ, въ какомъ направленіи ни текла бы рѣка въ сѣверныхъ странахъ любой планеты, вращающейся въ ту же сторону, какъ Земля, ея правый берегъ будетъ нагорнымъ, а лѣвый—низменнымъ.

Въ южномъ же полушаріи наоборотъ. Тамъ въ полярныхъ или среднихъ широтахъ будутъ подмываться по такимъ же причинамъ лѣвые берега всѣхъ рѣкъ. Это такъ типично, что уже по одному

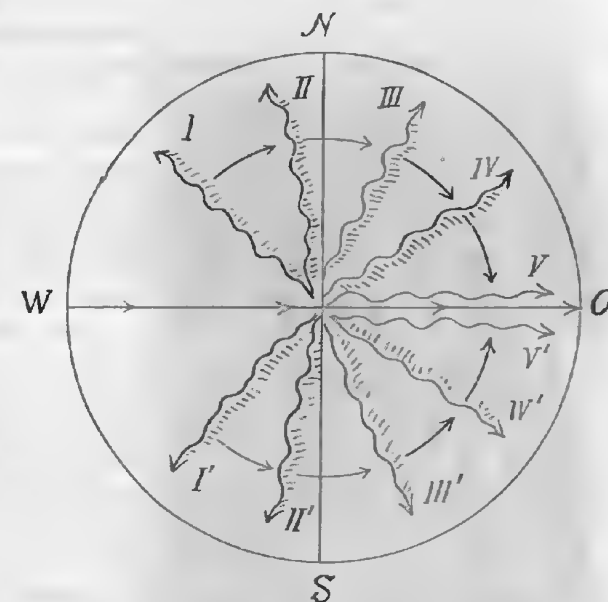


Рис. 320. Всякая рѣка, текущая отъ экватора, тоже стремится течь параллельно съ нимъ, переходя изъ положенія I къ II, III, IV и V (ориг. рис. автора).

виду береговъ рѣки на планетѣ вы могли бы сейчасъ же опредѣлить, находитесь ли вы на ея сѣверномъ или южномъ полушаріи.

Только въ экваторіальномъ поясѣ планетъ наступаетъ, наконецъ, равновѣсіе между обоими берегами рѣкъ. Отсюда ясно и слѣдующее. Если бы по какому-либо меридіану несли вокругъ планеты круговой потокъ воды (рис. 319 и 320), то вращеніе этой планеты стремилось бы постепенно повернуть его берега такъ, чтобы онъ текъ по ея экватору въ томъ же направленіи, какъ совершается и само вращеніе данной планеты. Если всѣ наши земныя рѣки, да и самые океаны, въ которыхъ тоже всегда происходятъ теченія, еще не слились въ одинъ такой экваторіальный потокъ, то лишь потому, что не могли преодолѣть борющихся съ ними горообразующихъ процессовъ, постепенно то понижающихъ, то повышающихъ отдѣльныя мѣста земной поверхности надъ ея идеальнымъ сфероидальнымъ уровнемъ.

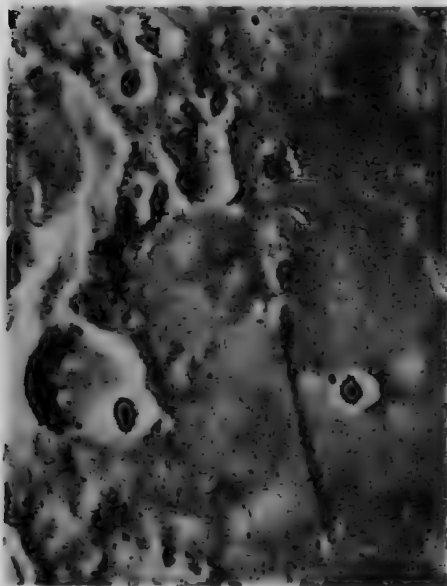


Рис. 321. Слева—циркъ Тебитъ, справа—циркъ Бѣртъ. Между ними гигантскій сдвигъ—Прямая стѣна въ морѣ Облаковъ.

Въ какомъ видѣ произошло бы аналогичное явленіе съ рѣками на Лунѣ? Ея сидерическое обращеніе совершается, вмѣсто 23 ч. 56 м., какъ у насъ на Землѣ, въ 27,32 дн., т.-е. въ 28 разъ медленнѣе, а потому и подмывающее дѣйствіе потоковъ было бы тамъ во столько же разъ слабѣе нашихъ при одинаковой средней скорости. Однако, съ теченіемъ времени и они достигли бы совершенно такихъ же результатовъ, какъ на Землѣ, а потому отъ рѣкъ, когда-либо текшихъ по лунной поверхности въ меридіональномъ направленіи, могли бы остаться и теперь слѣды настолько высокихъ нагорныхъ береговъ, чтобы тѣни, бросаемаы ими при восходѣ или закатѣ Солнца въ

прилегающую равнину лѣваго берега, были видны съ Земли въ сильнѣйшіе изъ нашихъ телескоповъ. Нѣтъ ли слѣдовъ подобныхъ тѣней?

На Лунѣ есть много прямыхъ и извилистыхъ бороздъ. Такова, на примѣръ, Прямая стѣна (Mur droit), которую при поверхностномъ обзорѣ легче всего можно было бы принять за береговой обрывъ огромной высоты, таковы извилистыя борозды у подножія Лунныхъ Апеннинъ (рис. 317) въ „морѣ Дождей“ и т. д. и т. д. Но дѣло въ томъ, что дно рѣки и ея низменный берегъ представляютъ плоскія равнины, а здѣсь и они холмисты, и слѣдовательно, могутъ быть приняты развѣ лишь за остатки давнишнихъ рѣкъ, послѣ которыхъ почва Луны

подвергалась различнымъ поднятіямъ и пониженіямъ. Однако, и въ этомъ допущеніи нѣтъ никакой нужды, такъ какъ проще всего подобныя борозды и сдвиги объясняются, какъ увидимъ далѣе, падавшими на Луну, по касательной и данному мѣсту ея поверхности, метеоритами, или сдвигами и обвалами, происходящими отъ могучихъ сотрясеній ихъ взрывами ея поверхностныхъ слоевъ.

О возможности такихъ сотрясеній намъ придется говорить далѣе, а теперь отмѣтимъ лишь то обстоятельство, что на современныхъ лунныхъ „континентахъ“ не осталось вообще никакихъ ясныхъ слѣдовъ размывающей дѣятельности воды, такъ что не убѣдительно и водное происхожденіе дюнь на берегахъ ея „морей“.

Мы уже отмѣтили, что на Лунѣ нѣтъ системъ горныхъ складокъ, опоясывающихъ ее большими кругами, а есть только отдѣльные гороподобные, повидимому, сыпучіе наметы, безъ всякихъ признаковъ перистости, характеризующей земныя горныя цѣпи.

Значитъ, тамъ не только нѣтъ дождей, но и не было ихъ съ незапамятныхъ временъ. Иначе, дождевая вода, падая на вершины горъ, прежде всего вымыла бы на ихъ склонахъ рядъ поперечныхъ овраговъ, которые потомъ перешли бы въ поперечныя долины, а вода, стекающая въ нихъ съ боковъ, вырыла бы затѣмъ и новыя второстепенныя системы овраговъ, идущихъ уже параллельно главному горному хребту, какъ это особенно хорошо видно на картѣ земныхъ Пиринеевъ. Отсюда ясно, что на Лунѣ не можетъ быть ни гейзеровъ, ни подземныхъ пещеръ воднаго происхожденія со сталактитовыми и сталагмитовыми образованіями, какія такъ часто встрѣчаются въ известняковыхъ отслоеніяхъ земной коры отъ просачивающейся туда почвенной воды, и никакихъ горообразующихъ процессовъ, зависящихъ отъ ея глубиннаго химическаго воздѣйствія на внутреннія безводныя породы. Если все это когда-либо и было, то давно минуло, и слѣды сгладились.

Конечно, въ виду полнаго единства химическаго состава всѣхъ свѣтилъ вселенной въ тѣ же самыя стадіи ихъ развитія, доказаннаго теперь спектральнымъ анализомъ и непосредственнымъ изслѣдованіемъ метеоритовъ, поверхностныя наслоенія Луны должны состоять изъ тѣхъ же минеральныхъ веществъ, какъ и многія земныя. Несомнѣнно, что въ ихъ составъ входятъ и натрій, и магній, и кремній, и кальцій, и литій, и желѣзо, и углеродъ, и никкель, и что долженъ бы непременно входить и водородъ, такъ какъ мы наблюдаемъ его на всѣхъ свѣтилахъ, доступныхъ нашему изученію. Несомнѣнно, что при длинной космической эволюціи Луны были такіе моменты, когда часть ея отвердѣвшихъ теперь и наиболѣе распространенныхъ на ея поверхности породъ была въ жидкомъ состояніи и представляла дѣйствительныя моря и океаны, волновавшіяся на твердомъ днѣ, состоявшемъ изъ болѣе тугоплавкихъ породъ, въ родѣ карбидовъ. Несомнѣнно, что часть другихъ болѣе летучихъ ея соединеній когда-то представляла изъ себя надъ ними и атмо-

сферу, въ которой могли растворяться пары этихъ своеобразныхъ морей, а затѣмъ и осаждаться на континентахъ въ видѣ дождей и течь обратно въ моря ручьями и рѣками. Эта была картина Луны, при настоящемъ состояніи небесной механики, астрофизики и особенно геологіи, (окончательно изгнавшей, какъ мы уже говорили выше, фантомъ огненно-жидкаго или магматическаго ядра изъ Земли, а съ нею и изъ другихъ планетъ¹⁾), не является простой гипотезой, она равноцѣнна факту. Игнорировать теперь твердость внутренняго ядра всѣхъ болѣе или менѣе сложившихся свѣтилъ, значитъ—впадать въ анахронизмъ. Во всѣхъ свѣтилахъ изъ первоначальныхъ скопленій газовъ сначала осаждались къ центру наиболѣе тугоплавкія соединенія, а на нихъ концентрически другія, все болѣе и болѣе легкоплавкія. Эти послѣднія всегда въ значительной степени метаморфизировали предыдущія своимъ химическимъ воздѣйствіемъ на нихъ, вступавшимъ въ силу при новыхъ болѣе низкихъ температурахъ и, слѣдовательно, вызывали на поверхности планеты явленія вулканизма, въ родѣ тѣхъ, какія производитъ теперь на Землѣ вода, просачивающаяся къ безводнымъ окисламъ нижнихъ пластовъ. Въ результатѣ, происходила непрерывная эволюція все новыхъ и новыхъ минераловъ, новыхъ и новыхъ химическихъ радикаловъ, переходившихъ затѣмъ въ послѣдующія эпохи развитія свѣтила въ фазу его „элементарныхъ“ тѣлъ, т.е. окончательно окрѣпшихъ химическихъ единицъ.

Прилагая все это къ Лунѣ, мы неизбежно приходимъ къ заключенію, что теперешнее ея состояніе, лишенное крупныхъ, видимыхъ съ Земли, метеорологическихъ явленій, можно сравнить только съ успокоеніемъ послѣ долгой эпохи бодрствованія. Нѣкогда и на Лунѣ должна была существовать немалая атмосфера, независимо отъ того существуютъ ли ея остатки теперь или, какъ предполагаютъ нѣкоторые, совершенно отсутствуютъ. А если атмосфера существовала, то она должна была содержать въ себѣ въ нѣкоторый свой періодъ, между прочимъ, и пары литія, натрія, магнія, кальція, желѣза или ихъ соединеній, молекулярный вѣсъ которыхъ невеликъ. Въ такомъ случаѣ сейчасъ же возникаетъ вопросъ: какимъ образомъ могла удержать эти вещества Луна, когда при температурѣ ихъ испаренія скорости ихъ молекулъ должны быть, по кинетической теоріи газовъ, слишкомъ велики для того, чтобы они могли держаться не только на Лунѣ, но даже и на болѣе массивномъ земномъ шарѣ? Примирить это противорѣчіе факта съ теоріей можно только тѣмъ, что кинетизмъ молекулъ, какъ мы уже показывали выше, не является единственнымъ факторомъ сохраненія или разсѣянія атмосферъ у

¹⁾ Не забудемъ, кромѣ того, что при очень медленномъ обращеніи Луны около ея оси напряженія, вызываемыя въ ея воображаемой твердой корѣ отъ приливовъ внутренней жидкости къ Солнцу, были бы непреодолимы. На Землѣ, напримѣръ, океаны успѣли бы почти цѣликомъ перелиться на двѣ противоположныя стороны Земли при ея обращеніи, вмѣсто 24 часовъ, въ 29¹/₂ дня



Рис. 322. Море Кризисовъ на Лунѣ; подъ нимъ часть цирка Клеомедъ съ паразитными выбоинами на днѣ.

небесныхъ свѣтилъ, а, кромѣ него, всегда присутствуютъ и другіе факторы, между которыми господствуетъ законъ адиабатическаго расширенія атмосферъ по мѣрѣ поднятія вверхъ. Благодаря ему пары литія, натрія и т. д. должны были въ то время сгущаться въ облака и создать фотосферу вокругъ Луны на нѣкоторой высотѣ, въ родѣ того, какъ мы видимъ это на современномъ Солнцѣ.

Резюмируя все сказанное до сихъ поръ, мы не можемъ не притти, несмотря на всѣ лунныя загадки, къ тому же окончательному выводу, къ которому приходили другимъ путемъ и ранѣе. Условія жизни на современной намъ лунной поверхности, если на ней есть, хоть слѣды атмосферы, должны болѣе всего напоминать условія жизни въ нашихъ безводныхъ пустыняхъ, къ которымъ еще не успѣлъ вполне приспособиться земной органической міръ, хотя уже окончательно приспособился, послѣ своего возникновенія въ первоначальномъ океанѣ, къ такой, повидимому, необитаемой для водныхъ жителей средѣ, какъ воздухъ и наши континенты. А это наводитъ на мысль, что и самыя пустыни Земли являются продуктомъ сравнительно недавняго геологическаго времени. Иначе растительный покровъ, а съ нимъ и животный міръ, уже давно перенесли бы на нихъ, выработавъ взамѣнъ жабръ и легкихъ особые органы для поглощенія изъ атмосферы всегда раствореннаго въ ней въ незначительномъ количествѣ водяного газа.

Дѣйствительно, гипотеза о недавнемъ происхожденіи пустынь сама приходитъ въ голову. Количество свободной воды на земной поверхности медленно, но постепенно уменьшается, благодаря ея постепенному просачиванію въ глубину и химическому соединенію съ находящимися тамъ огромными толщами безводныхъ окисловъ. Связанная горными породами вода уже и теперь, какъ мы упоминали, во много разъ превышаетъ свободную во всѣхъ моряхъ, озерахъ, рѣкахъ и въ атмосферѣ нашей планеты. Значитъ, прежде, когда этого еще не было, моря занимали почти всю земную поверхность, и никакихъ пустынь на ней не могло быть. Затѣмъ, по мѣрѣ перехода безводныхъ окисловъ въ гидраты, свободной воды становилось все менѣе и менѣе, океаны и моря начали постепенно входить въ свои современные границы и внутри нѣкоторыхъ странъ появились области безъ дождевыхъ осадковъ и безъ почвенной воды, т.-е. съ совершенно новыми условіями обитаемости.

Благодаря такой недавности пустынь, наша органическая жизнь и вырабатываетъ лишь теперь такіе типы растений (кактусы и др.), которые могли бы поглощать необходимую имъ влагу прямо изъ атмосферы, и такіе типы животныхъ, которые (какъ многія насѣкомыя) могли бы обходиться одной пищей безъ питья.

Въ такомъ случаѣ, наша Земля, путемъ дальнѣйшей эволюціи бездождія, должна будетъ притти сначала къ метеорологическому состоянію Марса, съ его почти всегда яснымъ небомъ, а затѣмъ и къ состоянію современной Луны... И все же ея „безводныя пустыни“

можетъ быть, будутъ населены и тогда богатой флорой и фауной, приспособившейся къ новымъ условіямъ существованія. Вотъ почему, всякій разъ, когда мы говоримъ о такомъ важномъ предметѣ, какъ возможность или невозможность жизни на какомъ-либо свѣтилѣ, мы всегда должны имѣть въ виду изумительную приспособляемость организмовъ къ всевозможнымъ окружающимъ условіямъ. Вотъ почему вопросъ этотъ мы пока должны оставить нерѣшеннымъ и для Луны. Въ настоящее время мы знаемъ о ней только одно: никакихъ слѣдовъ существующихъ или бывшихъ городовъ величиной съ наши и никакихъ большихъ обработанныхъ площадей, свидѣтельствующихъ о высокой земледѣльческой культурѣ, у лунныхъ жителей нѣтъ. Но давно ли и во многихъ ли мѣстахъ существуютъ они и у насъ? Смотря на Землю въ наши лучшіе телескопы, пять тысячъ лѣтъ назадъ, лунный обитатель не увидалъ бы на ней никакихъ признаковъ цивилизаціи, а только однѣ стихійныя перемѣны.

11. Вулканизмъ и его значеніе въ жизни планеты. Земные вулканы и лунные цирки.

Сравнимъ теперь обѣ планеты съ точки зрѣнія вулканической дѣятельности.

Кромѣ обыкновенныхъ горныхъ пиковъ, происшедшихъ отъ неравномернаго размыванія дождевыми водами антиклиналей первоначальныхъ горныхъ складокъ, мы находимъ на Землѣ нѣсколько сотъ другихъ пиковъ совершенно иного происхожденія, называемыхъ вулканами. Ихъ раздѣляютъ на грязевые, обыкновенно меньшей величины (рис. 323), и лавовые (рис. 324), несравненно большихъ размѣровъ. Грязевые извергаютъ только угольный ангидридъ, водяной газъ, углеводороды и грязь и всегда считались за очаги неглубокихъ мѣстныхъ нагрѣваній. Лавовые же считались прежде результатами дѣятельности центральнаго ядра Земли.

Но въ настоящее время никто изъ геологовъ уже не сомнѣвается, что эти конусовидныя нагроможденія шлаковъ и пепла, извергающія изъ своей глубины раскаленный водяной газъ, угольный и сѣрный ангидриды, пепелъ, лаву, камни и т. д., представляютъ изъ себя лишь мѣстные результаты происходящихъ то тутъ, то тамъ подъ поверхностью земли химическихъ процессовъ, метаморфизирующихъ глубинныя горныя породы, съ выдѣленіемъ соотвѣтствующаго количества теплоты. Нахожденіе вулкановъ всегда около береговъ морей или значительныхъ водныхъ бассейновъ внутри континентовъ показываетъ, что вода играетъ здѣсь первенствующую роль. Просачиваясь внутрь земной коры и достигая (уже въ видѣ газа) до глубины 20 километровъ, — ниже которой водяные пары диссоциируютъ отъ слишкомъ высокой температуры на водородъ и кислородъ, — этотъ могучій химическій реагентъ встрѣчаетъ тамъ безводныя горныя породы и, какъ мы говорили выше, соединяется съ ними химически,

словно съ негашеной известью въ нашихъ известковыхъ ямахъ, образуя гидраты и измѣняя этимъ первоначальный объемъ породъ, чѣмъ и обуславливаются измѣненія высоты данной мѣстности. Отъ дѣйствія выдѣленнаго при этомъ тепла горныя породы во многихъ мѣстахъ сплавляются и вновь диссоциируются благодаря своей повы-



Рис. 323. Грязевые вулканы Турбако.

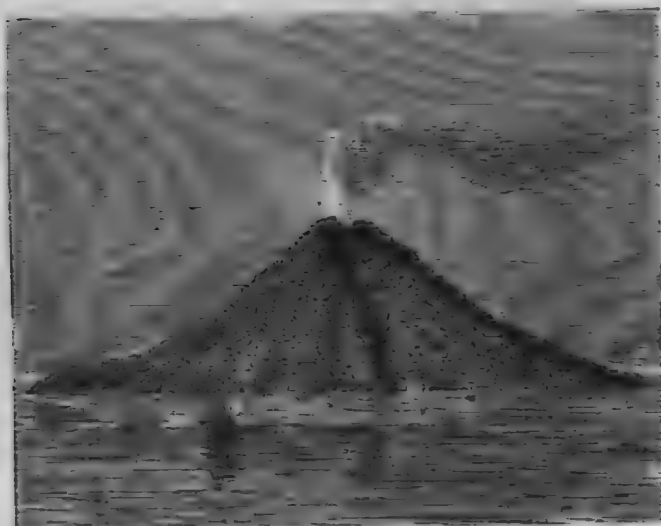


Рис. 324. Лавовый вулканъ Стромболи въ Липарскихъ о—вахъ близъ Италіи.

сившейся температурѣ на водяной газъ и ангидриды, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда какой-либо прорывъ сквозь поверхностныя напластованія даетъ выходъ наружу образующимся въ нихъ, какъ въ кипящей водѣ, газамъ. Тогда могучіе взрывы отъ разложенія глубин-

ныхъ водныхъ, углекислыхъ и сѣрнисто-кислыхъ соединеній даютъ главнѣйшіе продукты газообразныхъ вулканическихъ изверженій, а сплавленные породы выбрасываются ими, какъ вода въ гейзерахъ, въ видѣ лавы, которая, остывъ на склонахъ вулкана, начинаетъ затѣмъ свою эволюцію въ различныя другія минеральныя породы.

Такова картина внутренней вулканической дѣятельности въ самомъ послѣднемъ наружномъ покровѣ Земли. Какъ результатъ ея, вулканы и расположились исключительно на двухъ системахъ горныхъ складокъ, опоясывающихъ, въ поперечныхъ другъ къ другу направленіяхъ, почти всю нашу планету.

Большинство изъ дѣйствующихъ мы могли бы видѣть въ телескопы и съ Луны въ періодъ новоземелія въ видѣ длинныхъ рядовъ свѣтящихся точекъ на темномъ дискѣ Земли. А когда окаймляющій этотъ дискъ свѣтлый серпъ, постепенно расширяясь, начнетъ захватывать вулканическія области, мы могли бы замѣтить, какъ одна за другой появляются на мѣстѣ свѣтлыхъ точекъ вершины конусообразныхъ горъ, бросающихъ черныя тѣни и узкія полосы дыма въ свои окрестности. Въ лучшіе телескопы мы могли бы ясно различить на вершинахъ такихъ горъ и небольшія углубленія, особенно ясныя у потухшихъ земныхъ вулкановъ, и убѣдиться, что дно ихъ кратеровъ всегда выше уровня окружающей мѣстности (рис. 325).

Не замѣчаемъ ли и мы съ Земли, вдоль береговъ лунныхъ морей, бордюровъ изъ такого же рода конусообразныхъ возвышеній, рисующихся на темномъ лунномъ дискѣ въ видѣ горящихъ точекъ, а на свѣтлой части—окруженныхъ дымомъ?—Ничего подобнаго!

Единственныя двѣ блестящія точки, о которыхъ упоминаетъ Гершель, и о которыхъ мы будемъ говорить далѣе, блестяли слишкомъ кратковременно для того, чтобы ихъ можно было приписать изверженію вулкановъ. Никакихъ признаковъ вулканической дѣятельности, въ родѣ земной, на Лунѣ нѣтъ, да, очевидно, и не было въ продолженіе уже многихъ тысячелѣтій!

Но нѣтъ ли на ней чего-либо, подобнаго хотъ потухшимъ вулканамъ?—Многимъ казалось, что—да.

Дѣйствительно, уже простой взглядъ на самую плохую фотографію Луны показываетъ намъ, что вся ея обращенная къ намъ половина испещрена, какъ лицо рябого человѣка, огромнымъ количествомъ круглыхъ вдавленностей всевозможной величины, называемыхъ лунными цирками, дно которыхъ равнинно, широко и ниже окружающей мѣстности (рис. 326).

Первые астрономы, увидѣвшіе эти цирки, именно и приписали ихъ или необычно бушевавшей на Лунѣ вулканической дѣятельности или искусственнымъ сооруженіямъ лунныхъ обитателей, а нѣкоторые даже считали ихъ остатками гигантскихъ пузырей, будто бы вздымавшихся нѣкогда на лунной поверхности и затѣмъ лопавшихся... При этомъ совершенно забывалось, что внутреннее сцѣпленіе вязкихъ тѣлъ имѣетъ свои предѣлы, не позволяющіе имъ достигать, при са-

мыхъ лучшихъ условіяхъ, абсолютной величины даже и 10 метровъ, а не только 100 километровъ. Ни одна изъ этихъ гипотезъ не заслужила общаго признанія, такъ какъ не объясняла важнѣйшихъ особенностей лунныхъ цирковъ, особенно послѣдняя. Съ тѣхъ поръ, какъ сейсмологическія наблюденія установили твердость ядра земной коры, приходится, какъ мы уже говорили выше, совершенно отвергнуть огненно жидкое или магматическое состояніе внутреннихъ ядеръ

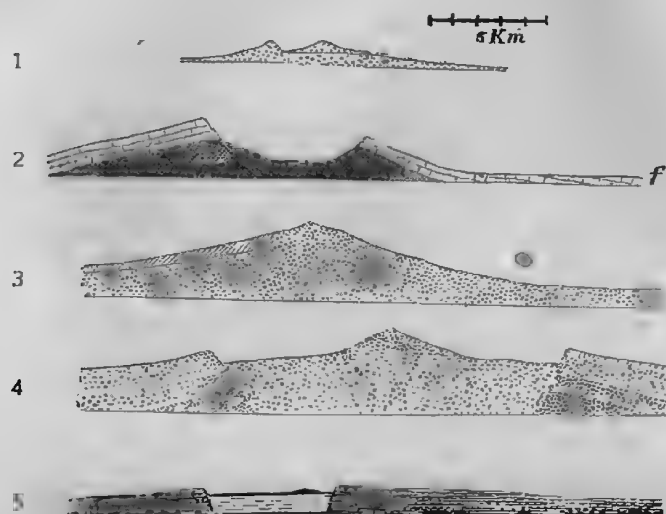


Рис. 325. Профили земныхъ вулкановъ и ихъ остатковъ (по Мушкетову). 1—Везувій. 2—Пальма. 3—Этна. 4—Тенерифъ. 5—Озеро лавы Килауеа.

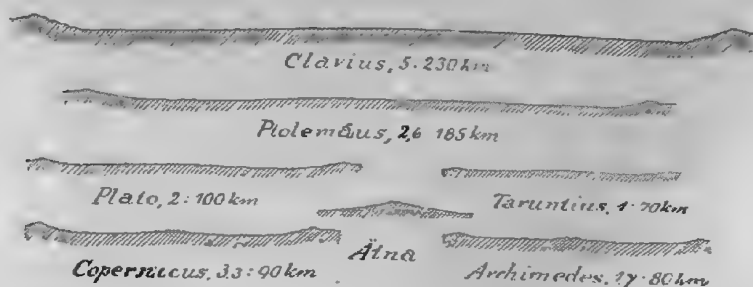


Рис. 326. Профили Лунныхъ цирковъ. Здѣсь представлена относительная ширина и глубина лунныхъ цирковъ (по Fauth'y). Въ срединѣ, для сравненія, данъ кратеръ Этны.

и у остальныхъ свѣтилъ. Всякое свѣтило, конечно, первоначально состояло лишь изъ скопленія первичныхъ газовъ и, такимъ образомъ, было лишь одной атмосферой. Но въ центрѣ этой атмосферы осаждались сначала самыя тугоплавкія соединенія ея газовъ, и на нихъ уже послѣ отвердѣнія налагались послѣдовательно все болѣе и болѣе легкоплавкія и менѣе тяжелыя, по удѣльному вѣсу, соединенія,

при чемъ и составъ первоначальныхъ атмосферъ не только не упрощался, но усложнялся эволюціей въ нихъ новыхъ химическихъ элементовъ, которые въ настоящее время, послѣ открытія явленій радіактивности, должны считаться очень сложными.

Такимъ образомъ, и Луна представляетъ изъ себя рядъ концентрическихъ наслоеній изъ твердыхъ или сыпучихъ геологическихъ породъ, постепенно уменьшающейся плотности, при чемъ нормальное жидкое состояніе вещества можетъ и могло быть только на ея поверхности, а не внутри. Поэтому, и рисовать теперь картину приливовъ и отливовъ въ ея „огненножидкомъ ядрѣ, покрытомъ лишь сравнительно тонкой оболочкой“, какъ это сдѣлалъ Фай, значило бы впадать въ противорѣчіе съ общимъ закономъ геологической эволюціи небесныхъ свѣтилъ. Да и не только съ ними одними, а даже и съ наблюдаемыми фактами. Вѣдь происшедшіе отъ приливовъ цирки были бы многочисленны и глубоки только около луннаго экватора, а у полюсовъ отсутствовали бы совсѣмъ, а на Лунѣ нѣтъ ничего подобнаго. Одно это замѣчаніе рушитъ до основанія всю гипотезу Фая.

При твердомъ же состояніи ядра вулканизмъ можетъ быть объясненъ, какъ мы уже видѣли на примѣрѣ Земли, лишь химическими процессами, совершающимися не особенно глубоко подъ поверхностью планеты вслѣдствіе проникновенія туда какой-нибудь вновь оствѣвшей на ея поверхности жидкости. На Землѣ, какъ мы видѣли, такой жидкостью служить вода, гидратирующая безводныя геологическія породы, лежація на нѣскольکو десятковъ километровъ подъ осадочными, уже оводненными породами около береговъ морей. Но очень трудно вообразить, чтобы на какой-либо планетѣ, въ томъ числѣ и на Землѣ или Лунѣ, со всевозможными неровностями ихъ почвы, — съ низинами и плоскогоріями, — вода стала проникать подъ поверхность одинаково во всѣхъ частяхъ. Это даже совершенно невозможно. Поэтому, сейсмическая дѣятельность должна была и на Лунѣ развиваться лишь въ связи съ непунической жизнью и не могла быть безъ присутствія на ней океановъ и даже атмосферическихъ осадковъ, хотя бы и безоблачныхъ, а въ родѣ образованія росы. Она должна была тоже итти поясами, какъ на Землѣ, и сопровождаться складками поверхностныхъ породъ, вдоль которыхъ и были бы расположены вулканы. А на Лунѣ ея цирки явно разбросаны безъ всякой системы и притомъ нерѣдко сидятъ одни на другихъ¹⁾.

Все это совершенно несовмѣстимо съ ихъ вулканическимъ происхожденіемъ.

Для того, чтобы хоть нѣсколько ориентироваться въ этомъ дѣлѣ, рассмотримъ ближе распредѣленіе и особенности важнѣйшихъ лунныхъ цирковъ.

¹⁾ Топографія лунной поверхности лучше всего изложена у К. Покровскаго: „Путеводитель по небу 1906 г.“. Даже въ иностранной популярной литературѣ нѣтъ книгъ, которыя могли бы сравниться съ этой.

Нетрудно видѣть, прежде всего, что они несравненно многочисленнѣе на свѣтлыхъ мѣстахъ Луны, называемыхъ континентами, чѣмъ на темныхъ, называемыхъ морями. Въ то время какъ на первыхъ они буквально покрываютъ всю почву, на вторыхъ мы находимъ только одиночные экземпляры, и притомъ расположенные сравнительно рѣдко. Вотъ почему, по направленію къ югу, гдѣ болѣе континентовъ, возрастаетъ и частота расположенія цирковъ.

Одинъ изъ самыхъ большихъ изъ нихъ находится у южнаго полюса Луны и называется Клавіусъ, его поперечникъ равенъ почти 230 километрамъ, а высота главнѣйшаго возвышенія, на западной приподнятой части его дюнообразнаго вала, достигаетъ по Фауту слишкомъ 5 километровъ надъ уровнемъ его дна, тогда какъ самый валъ въ среднемъ значительно ниже. Внутри его дна находятся еще два сравнительно небольшіе и невысокіе, такъ называемые паразитные, цирка, а третій усѣлся прямо на его валу и этимъ вызвалъ его аномальное повышение. Уже одинъ видъ этого третьяго малаго цирка, паразитирующаго на насыпи другого, показываетъ, что онъ не могъ произойти отъ вулканическихъ причинъ, такъ какъ тогда ему пришлось бы прорваться наружу не въ мѣстѣ наименьшаго сопротивления Лунной поверхности, а какъ разъ на мѣстѣ наибольшаго.

Затѣмъ почти у центра Лунной поверхности мы находимъ сразу три цирка, расположившіеся тѣсно другъ къ другу въ меридіональномъ направленіи. Это—Птолемей, Альфонсъ и Арзахель (рис. 327). Діаметръ перваго достигаетъ 185 километровъ, а наибольшая высота вала—немного болѣе $2\frac{1}{2}$ километровъ, т.-е. около $\frac{1}{11}$ доли своего діаметра. Отношенія валовъ остальныхъ изъ этихъ трехъ цирковъ къ ихъ діаметрамъ приблизительно тѣ же самыя. Разсматривая ихъ топографическія особенности, мы сейчасъ же можемъ замѣтить, что Птолемей долженъ былъ образоваться ранѣе Альфонса, такъ какъ валъ перваго поврежденъ послѣднимъ, а третій, Арзахель, повидимому, произошелъ еще позднѣе. Находятся ли они въ генетической связи другъ съ другомъ или произошли совершенно случайно? Присутствіе на днѣ Альфонса и Арзахеля огромныхъ грудъ какого-то, какъ будто упавшаго сюда съ неба, вещества показываетъ, повидимому, что происхожденіе обоихъ то же самое, какъ будто груды какихъ-то раздвоившихся, наподобіе кометы Біелы, скопленій метеорной пыли упали на это мѣсто и произвели на немъ вырвавшимся изъ нихъ отъ нагрѣванія газами эти валообразные круговые наметы, а сами такъ и остались лежать по ихъ срединѣ грудями, въ нѣсколько километровъ въ поперечникѣ и болѣе километра высоты.

Совершенно такія же особенности представляютъ изъ себя и лежащіе налѣво отъ нихъ, около моря Нектара, три большихъ цирка—Теофилъ, Кириллъ и Катерина (рис. 328), гдѣ раньше другихъ образовалась Катерина, настолько разрыхлившая своимъ сотрясеніемъ окружающую почву, что когда вслѣдъ затѣмъ произошелъ взрывъ Теофила, онъ сдулъ въ этомъ мѣстѣ почву вала Катерины въ ея

глубину, а потомъ и его собственный валъ былъ поврежденъ взрывомъ Кирилла, перенесшимъ въ его углубленіе свою насыпь. Сходство этой группы съ группой Птолемея кажется удивительнымъ.

Значительно южнѣе мы видимъ и еще интересную группу, тоже заставляющую подозрѣвать общность происхожденія. Это—цирки Янсень, Фабрицій и Меліусъ, изъ которыхъ средній налегъ на два крайніе, и всѣ трое вмѣстѣ съ рядомъ меньшихъ оказываются ле-



Рис. 327. Большіе цирки: Арзахель (вверху), Альфонсъ (въ срединѣ) Птолемей (внизу) и Гершель подъ нимъ (небольшой, съ темнымъ дномъ)

жащими въ общемъ цирковидномъ разметѣ, контуры котораго повреждены ихъ взрывами.

Такіе факты заставляютъ насъ придерживаться новѣйшей, въ сравненіи со всѣми предыдущими, метеоритной теоріи происхожденія лунныхъ цирковъ, которая разрабатывалась въ началѣ 80-хъ годовъ А. Мейденбауеромъ, Генрихомъ и Августомъ Тиршъ и нами совершенно независимо другъ отъ друга ¹⁾.

¹⁾ А. Meydenbauer: „Die gebilde der Mondoberfläche“ (Sirius, 1882, III); H. und A. Thiersch: „Die Physiognomie des Mondes“, 1883; Николай Морозовъ: „Путешествіе на Луну“ въ книгѣ: „На границѣ невѣдомаго“. Москва, 1911.

Заставляя падать комочки металлической пыли на ровную поверхность, покрытую тоже слоем пыли, Мейденбауеръ получилъ точныя подобія лунныхъ цирковъ. Совершенно такія же формы видалъ и я на песчаныхъ наносахъ рѣчныхъ береговъ, когда падали туда крупныя капли дождя.

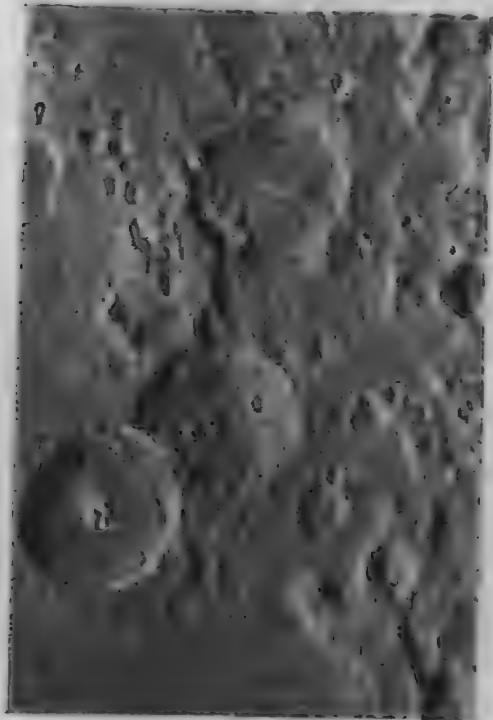
Что же касается до метеоритовъ, то, при огромной скорости, съ которою они налетаютъ изъ небеснаго пространства на Луну, они, несомнѣнно, должны и теперь ежегодно выбивать на ней тысячи небольшихъ, невидимыхъ для насъ цирковъ, такъ какъ каждый метеоритъ, попадая на ея поверхность, не защищенную достаточно плотной атмосферой, долженъ производить на ней дѣйствіе разрывнаго артиллерійскаго снаряда, въ сотни разъ болѣе сильнаго, чѣмъ наши.

По вычисленіямъ С. В. Муразова въ № 4 извѣстій Русскаго Астрономическаго Общества за 1908 г., при теплотемкости средняго метеорита $= 0,2$ воды и при обычной скорости около 28 километровъ въ секунду, онъ долженъ при ударѣ и почти моментальной остановкѣ на Лунѣ нагрѣться до многихъ тысячъ градусовъ, т.-е. обратиться цѣликомъ въ перегрѣтые газы съ невообразимой для насъ разрывной силой. Поэтому, намъ нѣтъ никакой нужды допускать, что метеориты, произведшіе цирки въ родѣ Клавіуса, въ 210 ки-

Рис. 328. Большіе цирки Теофиль (налѣво, внизу), Кирилль (въ срединѣ) и Катерина (вверху).

лометровъ въ діаметрѣ, и сами достигали этой величины. Совершенно наоборотъ. Скопленіе метеорной пыли, которое могло вызвать при ударѣ такіе результаты, могло быть менѣе пятисотъ метровъ въ діаметрѣ, но ударившись о поверхность Луны съ той страшной скоростью, которая присуща метеоритамъ, оно должно было своимъ взрывомъ далеко сдуть, какъ порывомъ урагана, всю почву.

Именно при этомъ условіи и должны происходить не эллиптическіе разметы, а всегда круглые, какъ на Лунѣ, гдѣ значительная эллиптичность близкихъ къ краямъ цирковъ есть чисто перспективное явленіе. Какъ ни велика была бы поступательная скорость



косвенно ударившаго метеорита, но она совершенно ничтожна въ сравненіи со скоростью частицъ у газообразныхъ продуктовъ его внезапнаго разложенія, мгновенно разлетающихся во всѣ стороны и производящихъ своимъ гигантскимъ напоромъ круговой разметъ съ пучей и легкой лунной почвы. Если бы такого взрыва не было, всѣ метеориты, не вертикально ударившіе въ Луну, произвели бы на ней эллиптическіе цирки, у которыхъ только одна болѣе глубокая половина была бы окружена подкововиднымъ валомъ, что встрѣчается чрезвычайно рѣдко.

Въ этомъ и состояло до сихъ поръ главное затрудненіе метеоритной теоріи, но неизбежность взрыва метеоритовъ при ударѣ не только совершенно устраняетъ затрудненіе, но даже дѣлаетъ невозможной никакую другую форму цирковъ, за исключеніемъ рѣдкаго случая, когда метеоритъ летѣлъ совсѣмъ по касательной къ лунной поверхности и потому могъ сдѣлать на ней только борозду съ рядомъ малыхъ цирковъ на ея пути отъ частичныхъ взрывовъ.

Съ такой точки зрѣнія необходимо допустить, что почва Лунныхъ континентовъ, какъ это и должно быть, чрезвычайно суха, растрескалась отъ перемены температуры и стала похожа на наносы пыли и песку нашихъ земныхъ пустынь, на что именно и указываютъ дюны лунныхъ морей. То замѣчательное обстоятельство, что у всѣхъ большихъ лунныхъ цирковъ дно является совершенно плоскимъ, равниннымъ и лежитъ у большинства на томъ же самомъ естественномъ уровнѣ, показываетъ, что подъ этими пылеобразными слоями (AB, рис. 329), вѣроятно, почти нигдѣ не достигающими километра глубины, лежитъ болѣе твердое ядро Луны C, которое трудно поддается разметыванію, такъ что взрывъ метеорита только какъ бы счищаетъ съ него облекшій его покровъ пылеобразной почвы или оставляетъ его лишь въ центрѣ, гдѣ давленіе газовъ направлено прямо внизъ. Дѣйствительно, въ случаѣ вертикальнаго паденія метеорита давленіе отъ его взрывовъ можетъ лишь сплюснуть эту часть поверхности, сплавить ее снаружи и образовать, такимъ образомъ, „пикъ котловины“ или нѣсколько пиковъ, если первоначальный разсыпался въ слѣдующій же моментъ послѣ удара отъ сотрясенія почвы, напоминающаго наши землетрясенія. Отъ этого же могли отчасти разваливаться и давно образовавшіеся валы.

Тотъ фактъ, что во многихъ мѣстахъ, въ родѣ вышеприведенныхъ, цирки распределены группами, показываетъ, повидимому, что и вызвавшіе ихъ метеориты летѣли не всегда поодиночкѣ, какъ это наблюдалось не разъ и въ нашей атмосферѣ, которая своей плотностью и упругостью не допускаетъ большинство изъ нихъ долетать

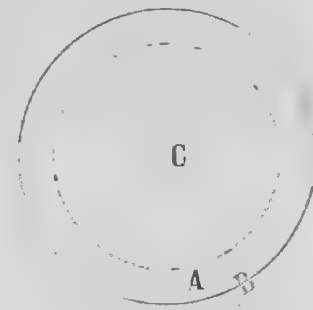


Рис. 329. Схема строенія Луны.

до земной поверхности, а заставляет взрываться еще раньше этого или сгорать постепенно благодаря плавности остановки в редком воздухе заоблачных высот.

Чтобы судить о том, какой величины цирки происходили чаще, и при каких условиях внутренние склоны их были круче, Фаутъ (Fauth) составил приведенную здесь таблицу:

Число и величина лунных цирковъ.

Величина діаметр.	Число цирковъ.	Средній склонъ вадовъ внутри кольца.
Отъ 0 до 5 сил.	?	
" 5 " 10 "	630	33°1
" 10 " 15 "	268	
" 15 " 20 "	144	34°2
" 20 " 25 "	75	
" 25 " 30 "	62	33°8
" 30 " 35 "	45	
" 35 " 40 "	51	21°4
" 40 " 45 "	37	
" 45 " 50 "	22	24°
отъ 50 до 60 "	33	
" 60 " 70 "	24	15°5
" 70 " 85 "	21	
" 85 " 100 "	16	14°20
болѣе 100 "	26	11°6

Перенеся первая двѣ колонки на діаграмму, получаемъ, какъ выводъ, правильную гиперболическую кривую (рис. 330), показывающую, что число невидимыхъ нами маленькихъ цирковъ, произведенныхъ крошечными ежедневно падающими метеоритами, должно тамъ считаться миллионами.

Средняя крутизна внутреннихъ склоновъ даже у самыхъ малыхъ и потому сравнительно болѣе глубокихъ изъ видимыхъ нами цирковъ (до 10 километровъ въ діаметрѣ) нигдѣ не превышаетъ предѣла въ 45°, доступнаго для сыпучихъ веществъ, а у крупныхъ цирковъ крутизна валовъ еще менѣе. Что же касается до вѣшнихъ склоновъ цирковъ, т.-е. той стороны ихъ валовъ, куда шель разбросъ, то они всегда еще много отложе внутреннихъ, ихъ откосъ не превышаетъ нѣсколькихъ градусовъ.

Среди множества лунныхъ цирковъ есть нѣсколько очень замѣчательныхъ по величинѣ. Прежде всего, вполне допустимо, что моря овальной формы, каковы, напримѣръ, — „море Кризисовъ“ (Mare Crisum), „море Ясности“ (Mare Serenitatis), и „море Дождей“ (Mare Imbrium) съ окаймляющими его высокими разбросами Лунныхъ Аппенинъ на югозападномъ берегу и Лунныхъ Альпъ на сѣверозападномъ, произошли отъ такихъ же космическихъ причинъ, какъ и остальные обычные цирки, но только здѣсь, повидимому, на Луну

налетали уже цѣлыя кометы, хлопчатая внутренняя ядра которыхъ можетъ быть достигаютъ и до полукилометра или даже болѣе въ поперечникѣ и окклюзируютъ въ себѣ большое количество газовъ.

Затѣмъ приходится отмѣтить рядъ такихъ взрывовъ, гдѣ газы, улетѣвшіе прочь, унесли съ собою струи какихъ-то веществъ, въ родѣ водяного пара съ раскалившейся почвы новообразованнаго цирка, и, при своемъ послѣдующемъ охлажденіи вслѣдствіе расширенія, заставили ихъ осѣсть инеемъ по окружающей мѣстности въ видѣ брызгъ, какъ это бываетъ съ каплей воды, упавшей на полъ. Наиболѣе замѣчательнымъ изъ такихъ лучистыхъ цирковъ является Тихо (рис. 331), не очень далеко отъ южнаго полюса Луны. Хотя его

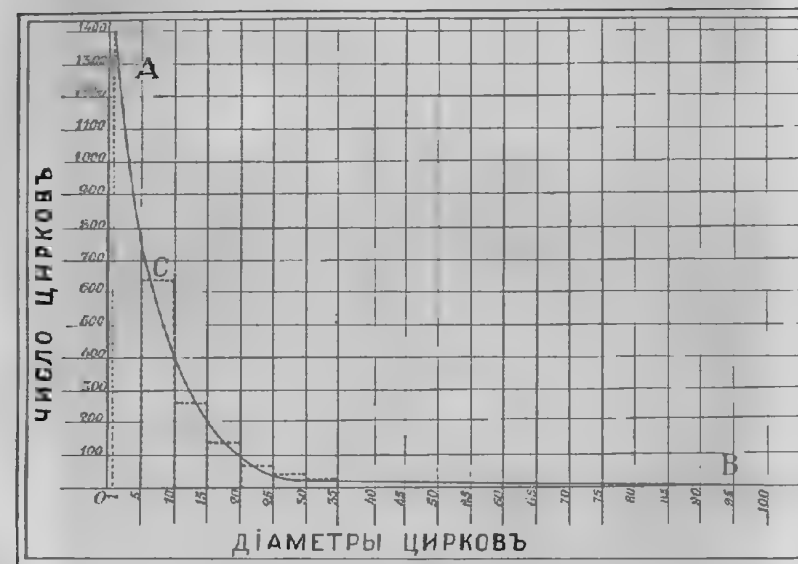


Рис. 330. Діаграмма распредѣленія цирковъ по числу и величинѣ.

діаметръ и достигаетъ лишь 81 километра, но его можно видѣть даже простымъ глазомъ, какъ точку, горящую яркимъ свѣтомъ почти посрединѣ нижней части Луннаго диска въ полнолуніе, а въ простой бинокль онъ виденъ превосходно. Гигантскія брызги снѣжно-бѣлаго вещества, покрывающаго также и весь его валъ, идутъ отъ него лучами во всѣ стороны, одинаково ложась и на дно и на вершины окружающихъ его постороннихъ цирковъ и показывая этимъ, что онъ, сравнительно съ ними, недавняго происхожденія: на его лучахъ нѣтъ ни одного цирка, который рѣзко обрывалъ бы хоть одинъ изъ нихъ и, слѣдовательно, былъ бы новѣе его. Поэтому можно думать, что Тихо—самый послѣдній изъ большихъ круглыхъ образованій такого рода на Лунѣ. Вотъ почему, онъ и не успѣлъ еще утратить своего лучистаго ореола, который перво-

начально, вѣроятно, имѣли и другіе цирки въ первые годы послѣ своего образованія. Когда эти лучи еще косвенно освѣщены солнцемъ, утромъ или вечеромъ, они не бросаютъ на свои окрестности никакой тѣни, совершенно какъ будто бы они были полосы инея или брызги воды, разлившейся по неровному каменному полу и сейчасъ же замерзшія и побѣлѣвшія отъ его низкой температуры раньше, чѣмъ успѣли стечь въ болѣе углубленныя



Рис. 331. Циркъ Тихо. Лучистые разбросы снѣжно-бѣлой пыли окружаютъ его со всѣхъ сторонъ, покрывая прилегающіе цирки на огромное разстояніе.

мѣста. Все это показываетъ, что высота такихъ лучистыхъ полосъ не превышаетъ слоя только что выпавшаго снѣга въ нашихъ холодныхъ странахъ, да и бѣлизна ихъ подходитъ къ бѣлизнѣ снѣга. Однако, быть вполне увѣреннымъ, на основаніи одного бѣлаго цвѣта, что онѣ состоятъ изъ снѣга, конечно, нельзя, такъ какъ и всѣ остальные прозрачныя жидкости становятся снѣжно-бѣлыми въ мелко кристаллическомъ состояніи.

При восходѣ и закатѣ Солнца, когда максимумъ лучей, косвенно

отражающихся отъ полосъ, не идетъ къ Земному шару, ихъ совсѣмъ незамѣтно, и циркъ Тихо представляется однимъ изъ обычнѣйшихъ углубленій средней величины на южной части луннаго диска. Значитъ, онъ самъ по себѣ совсѣмъ не большой и не исключительный. Но эта картина поразительно измѣняется въ полнолуніе, когда въ снѣжно-бѣломъ блескѣ его лучистыхъ разбросовъ исчезаютъ всѣ окружающіе цирки, и онъ одинъ господствуетъ на южной части Луны, какъ вершина Монблана среди Альпъ, покрытая вѣчнымъ снѣгомъ. Вотъ почему, на прежнихъ картахъ его и рисовали нерѣдко въ видѣ какого-то бѣлаго спрута, лежащаго на этой мѣстности, хотя всѣ его отличія отъ другихъ цирковъ—лишь чисто оптическія, и ударъ скопленія метеорной пыли, вызвавшій его (если мы примемъ метеоритную теорію происхожденія всѣхъ цирковъ), былъ даже слабѣе многихъ изъ остальныхъ.

Изъ другихъ цирковъ позднѣйшаго образованія, сохранившихъ еще въ полной мѣрѣ лучистый ореолъ своихъ снѣжно-бѣлыхъ разбросовъ, мы упомянемъ — Коперникъ (рис. 332), діаметръ котораго нѣсколько больше Тихо. И здѣсь сравнительно недавнее происхожденіе указывается тѣмъ обстоятельствомъ, что его лучи покрываютъ еще какъ инеемъ склоны окружающихъ его цирковъ, но цвѣтъ этихъ лучей становится въ отдаленіи уже блѣднѣе, и на нихъ какъ будто появились тутъ и тамъ проталинки, словно весной среди наполовину стаявшаго снѣга, придавшія имъ слегка сѣтчато-е строеніе. Даже и самое дно цирка Коперника несравненно бѣлѣе окружающихъ его нормальныхъ мѣстъ Лунной поверхности, а валъ у него совершенно какъ круглая цѣпь горъ, покрытая вѣчнымъ снѣгомъ. Во время полнолунія вся эта мѣстность является большимъ свѣтлымъ сѣтчатымъ пятномъ, въ срединѣ котораго ярко сіяетъ еще болѣе свѣтлый гребень его вала.

Третій изъ такихъ же лучистыхъ цирковъ лежитъ къ востоку отъ Коперника и называется Кеплеръ (рис. 332, въ срединѣ праваго края). Его валъ имѣетъ въ поперечникѣ 34 километра и тоже кажется покрытымъ вѣчнымъ снѣгомъ, разбросаннымъ какъ будто взрывомъ бомбы во всѣ стороны по окружающему его болѣе темному фону океана Бурь. Присутствіе лучей на „днѣ“ этого океана, не растаявъ, нагляднѣе всѣхъ прежде перечисленныхъ нами доводовъ говорить, что оно въ настоящее время или сухо, или вѣчно покрыто льдомъ, или наполнено жидкостью, не способной растворить опустившагося въ нее бѣлаго разброса съ вершины Кеплера.

Однако, еще болѣе интереснымъ въ этомъ отношеніи является лежащая къ сѣверу отъ Кеплера парочка цирковъ — Аристархъ и Геродотъ. Послѣдній изъ нихъ замѣчательнѣе, главнымъ образомъ, огромной трещиной или бороздой на своемъ сѣверовосточномъ склонѣ, а Аристархъ представляетъ изъ себя самый свѣтлый циркъ на всей Лунной поверхности, такъ что даже слѣпить глаза своей бѣлизной.

Его центральное нагромождение—самая яркая точка на Лунѣ, и даже внутренность цирка блеститъ сильнѣе, чѣмъ остальные самыя свѣтлыя мѣста Луны. Какъ будто весь онъ засыпанъ ослѣпительнымъ снѣгомъ, который разбросанъ и далѣе многочисленными лучами. На востокѣ его свѣтлый валъ расширяется и перебрасывается въ Геродотъ, который поэтому и долженъ считаться болѣе древнимъ. Последними изъ значительныхъ лучистыхъ цирковъ на Лунѣ являются—Аристиллъ въ морѣ Дожей, Маскелейнъ (Maskelyne) въ морѣ Покоя и Проклъ (Proclus) около моря Кризисовъ, но ихъ лучи не достигаютъ и десятой доли лучей Коперника и Кеплера, не говоря уже о Тихо, да и діаметръ самихъ цирковъ незначителенъ.

То обстоятельство, что всѣ пять главныхъ лучистыхъ цирковъ на Лунѣ, несомнѣнно, новѣйшаго происхожденія, невольно наводитъ на нѣкоторыя размышленія. Если обращенная къ намъ половина Луны дѣйствительно является высокимъ плоскогорьемъ, поднимающимся въ верхніе слои ея очень рѣдкой атмосферы, то тѣ же причины, которыя вызываютъ на землѣ пониженіе температуры воздуха по мѣрѣ поднятія вверхъ, должны господствовать и на ней. Если только на Лунѣ существуютъ постоянныя атмосферическія теченія съ нашей стороны на обратную и оттуда на нашу, то обращенная къ намъ половина Луны должна служить областью аномальнаго переноса теплоты на обратное, болѣе низменное полушаріе Луны и потому должна охладиться до температуры нашихъ снѣжныхъ вершинъ. На противоположной же сторонѣ должны существовать въ такомъ случаѣ и дѣйствительныя моря. Если лучистые разбросы около перечисленныхъ нами цирковъ сравнительно недавняго происхожденія и представляютъ изъ себя иней образовавшихся при взрывѣ водяныхъ паровъ, то они легко могутъ оставаться здѣсь сотни и тысячи лѣтъ, какъ вѣчныя снѣга горныхъ вершинъ. Однако, какъ ни низка можетъ быть температура этихъ мѣстъ Луны, но горячіе солнечные лучи особенно въ ея экваторіальномъ поясѣ, гдѣ именно и лежатъ Коперникъ, Кеплеръ, Маскелейнъ и Проклъ, должны понемногу испарять ихъ снѣжный покровъ даже и при температурѣ ниже нуля, какъ мы видимъ на снѣгѣ земной поверхности въ морозы. Въ такомъ случаѣ, съ теченіемъ лѣтъ, всѣ эти лучистые разбросы могутъ совсѣмъ испариться въ небесное пространство, если Луна не можетъ своимъ тяготѣніемъ удерживать воду въ верху своей атмосферы или перенести на обратную свою сторону, если та отличается сухостью, т. е., другими словами, если обратный переносъ паровъ оттуда на нашу сторону производить здѣсь менѣе осадковъ, чѣмъ уничтожаетъ ихъ здѣсь, путемъ испаренія, непосредственное дѣйствіе горячихъ солнечныхъ лучей.

Въ окончательномъ результатѣ лучистые ореолы должны будутъ исчезнуть и съ этихъ горъ Луны, и лишь останутся у нихъ на нѣсколько лишнѣхъ вѣковъ снѣжные кольца на вершинѣ валовъ и ледники на днѣ цирка, гдѣ слой снѣга можетъ быть очень толстъ



Такимъ образомъ, получится, вмѣсто ярко свѣтящагося лучистаго цирка, простой со снѣжно яркимъ валомъ и дномъ. Наконецъ, и дно можетъ совершенно освободиться отъ снѣга и обнаружить передъ нами болѣе темный цвѣтъ глубинныхъ пластовъ Луны. Но, взамѣнъ того, человѣчество будетъ свидѣтелемъ, и, можетъ быть, даже въ очень недалекомъ будущемъ, внезапнаго образованія какого-либо новаго лучистаго луннаго цирка. Въ этомъ смыслѣ

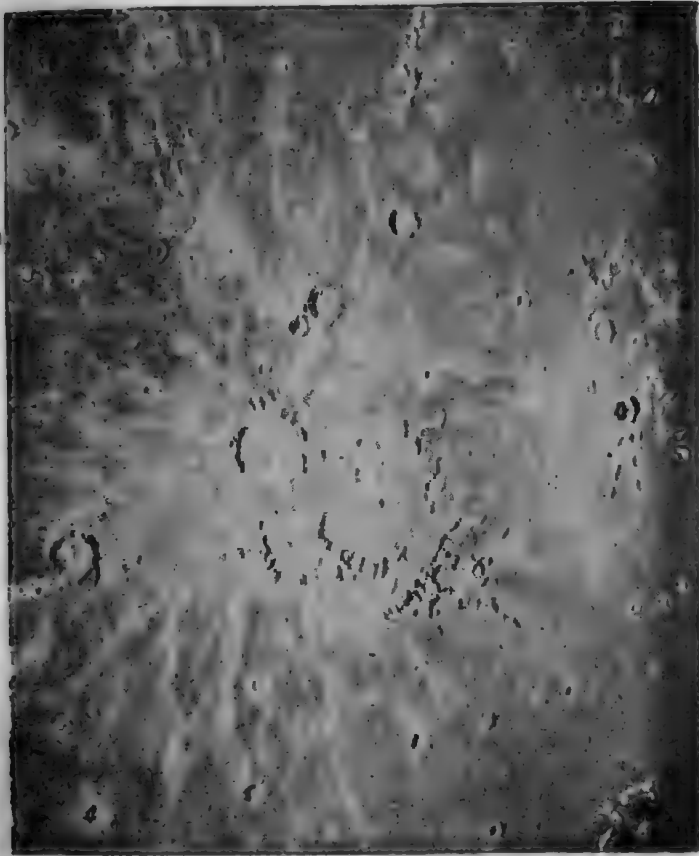


Рис. 332. Циркъ Коперникъ. На правой сторонѣ отъ него, у края фото графiи, циркъ Кеплеръ. Натѣво отъ него—циркъ Эратосфень. Вверху, у края, Рифейскія горы.

очень интересно сравнить ихъ яркости, такъ какъ вмѣстѣ съ тѣмъ мы сдѣлаемъ и приблизительную оцѣнку древности ихъ возникновенiя.

Оцѣнивъ свѣто-отражательную способность самой яркой точки Луны — конусообразной груды въ центрѣ Аристарха балломъ 10, а черную тѣнь отъ него балломъ 0, увидимъ, что сѣроватыя моря будутъ оцѣниваться балломъ 2—3, плоскогорья 5—6, а относитель-

ная яркость различных цирков Луны распределится въ такомъ порядкѣ ¹⁾:

10° — Снѣжно-бѣлое нагроможденіе въ центрѣ лучистаго Аристарха.

9 $\frac{1}{2}$ ° — Снѣжно-бѣлая внутренность лучистаго Аристарха и Лаперуза.

9° — Снѣжно-бѣлые: Цензоринъ, Діонисій, Мѣстингъ А, Мерсеніусъ В и С.

8 $\frac{1}{2}$ ° — Очень бѣлый валъ Гиппарха С, лучистый Прокль, Боде А.

8° — Очень бѣлый лучистый валъ Коперника, Годена, Боде.

7° — Бѣлые цирки: Теонъ, Аріадейсъ, Боде В, Вихманъ, Кеплеръ.

6 $\frac{1}{2}$ ° — Бѣлый валъ Лангрена, Театета, Лагира.

6° — Бѣлые валы цирковъ: Канта, Бесселя, Макробія, Мѣстинга I, Флемстида.

5 $\frac{1}{2}$ ° — Почти бѣлый валъ цирковъ Пикара, Тимохариса, Лучи Коперника.

5° — Почти бѣлый валъ цирка Араго, Ландсберга, Булліальда, окрестности лучистыхъ цирковъ Кеплера и Архимеда.

4 $\frac{1}{2}$ ° — Свѣтло-сѣрые: Sinus Medii, окрестности Аристилла.

4° — Свѣтло-сѣрая внутренность Маниліуса, Птолемея, Герике.

3 $\frac{1}{2}$ ° — Сѣрая внутренность Ганзена, Архимеда, Мерсеніуса.

2 $\frac{1}{2}$ ° — Сѣрая внутренность Азута, Витрувіуса, Пилата, Гиппала, Марія.

2° — Сѣрая внутренность Эндиміона, Лемонье, Крюгера.

1 $\frac{1}{2}$ ° — Темно-сѣрая внутренность Босковича, Билли, Цупуса.

1° — Очень темныя части внутри цирковъ Гримальди и Ритчиоли.

0° — Черныя тѣни лунныхъ горъ.

Можно думать, на основаніи всего вышесказаннаго, что древность возникновенія лунныхъ цирковъ тѣмъ больше, чѣмъ меньше яркость ихъ валовъ и въ особенности ихъ лучистыхъ разбросовъ.

Конечно это—выводъ чисто гипотетическій. Но при неопредѣленности нашихъ современныхъ представлений о Лунѣ, даже и гипотезы, разъ онѣ вытекаютъ изъ вѣчныхъ законовъ природы, являются цѣнными и могутъ навести на полезныя изысканія. Гипотеза же испаренія и сухой перегонки лучистыхъ разбросовъ съ теченіемъ времени сама навязывается нашему уму относительной недавностью происхожденія всѣхъ лучистыхъ цирковъ, которая является фактомъ. Коперникъ, на примѣръ, былъ отмѣченъ только послѣ изобрѣтенія телескоповъ, хотя и виденъ хорошо простымъ дальнотзорнымъ глазомъ. Лучи Тихо на старинныхъ картахъ рисовались много длиннѣе и отчетливѣе, чѣмъ на послѣдующихъ. Не было бы поэтому ничего удивительнаго, если бъ оба возникли всего какихъ-нибудь 400—500

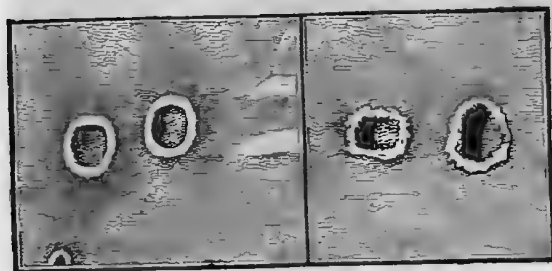


Рис. 333. Лунный контуръ при солнечномъ затменіи 30 авг. 1905 г. Экспоз. 40 сек. (Снимокъ А. Ганскаго. Изъ „Mitteilungen“ Пулковской обсерваторіи). Контуръ кажется совершенно ровнымъ, безъ всякихъ признаковъ горъ.

¹⁾ К. Покровскій, „Путеводитель по небу“, 1906 г., стр. 106.

лѣтъ назадъ, и только потому такъ исключительно ярки теперь ихъ бѣлые разбросы.

На Лунѣ есть много еще непонятнаго. Такъ, на примѣръ, почему, несмотря на то, что вся Луна испещрена очень высокими горами, край ея диска не кажется ни въ телескопѣ, ни на фотографическихъ сним-



1835 г. Бѣлые покровы валовъ „абсолютно одинаковы“ (Медлеръ и Бертъ).
1857 г. Бѣлые покровы валовъ „совершенно не одинаковы“ (Уэббъ).

Рис. 334. Цирки Мессье.

совершенно ровень, какъ если бы надъ нимъ лежалъ ровный слой бѣлаго тумана, въ родѣ того, который пеленой застилаетъ наши низины въ лѣтніе ясные вечера. Только во время солнечныхъ затмений горы иногда отчетливо выступаютъ, да и то лишь въ началѣ и концѣ полной фазы, а затѣмъ все выравнивается (рис. 333).

Впрочемъ, несмотря на недавность вполне хорошо обставленныхъ наблюдений, опорой которымъ служить неподкупная фотографія, удалось уже и теперь установить и нѣкоторыя, хотя и очень малыя, измѣненія на Лунной поверхности.

Прежде всего, поверхность „моря Холода“ (Mare Frigoris), тянувшаяся длинной полосой около самаго сѣвернаго полюса Луны и имѣющая обыкновенно зеленовато-желтую окраску, иногда кажется совсѣмъ покрытой туманомъ. Конечно, это еще не значитъ, чтобы

тамъ былъ настоящій туманъ, а не кучевыя облака, въ родѣ тѣхъ, какія носятся въ нашей атмосферѣ въ ясные лѣтніе дни. Ни одно изъ нихъ въ отдѣльности уже не было бы видно на разстояніи Луны, а потому они и смѣшались бы для насъ въ одну сплошную дымку. Затѣмъ два близко прилегающіе другъ къ другу цирка Мессье (рис. 334)

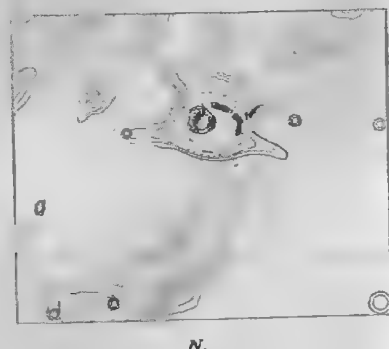


Рис. 335. Выше середины—циркъ Линней (по Gauth'y). Наружный и внутренний пунктирные круги вокругъ него показываютъ колебанія границъ его нѣжно-бѣлаго пятна.

какъ съ мелкими зазубринками, а какъ будто выточенъ на токарномъ станкѣ? Только у сѣверныхъ полюсовъ видали въ профиль исключительно высокія вершины, да и то искорки золотившаго ихъ Солнца могли казаться выступающими надъ дискомъ лишь вслѣдствіе ихъ иррадіаціи. Обыкновенно же наружный контуръ Луны

въ „морѣ Плодородія“, которые аккуратный Медлеръ описывалъ какъ совершенно одинаковые по размѣрамъ, формѣ, глубинѣ, высотѣ и положенію валовъ, теперь обнаруживаютъ совсѣмъ другое. Западный изъ нихъ въ настоящее время менѣе восточнаго, имѣетъ вытянутую форму, и отъ него идутъ на востокъ двѣ полосы какого-то свѣтлаго вещества, имѣющія видъ кометнаго хвоста, но видимыя лучше всего послѣ восхода надъ ними Солнца, тогда какъ полосы Тихо, Коперника и др. лучше всего видимы, когда Солнце высоко стоитъ надъ ихъ горизонтомъ. Точно также циркъ Линней (рис. 335) въ восточной части моря Плодородія, который очень отчетливо былъ видимъ 60 лѣтъ назадъ Ритчиоли, Лорманомъ, Медлеромъ и даже выбранъ ими, какъ основа, для опредѣленія положенія окружающей мѣстности, почти совершенно исчезъ. Или онъ рассыпался, или тотъ



Рис. 336. Видъ части Лунной поверхности. Направо—большой циркъ Архимедъ. Лѣвѣ его, верхній — Автоликъ, нижній — Аристиллъ. Въ срединѣ, вверху—конецъ Лунныхъ Аппенинъ, а внизу—конецъ Луннаго Кавказа. Вверху лѣвой темной стороны бѣлое пятнышко—бывшій циркъ Линней.

бѣлый покровъ, который дѣлалъ его низкій валъ замѣтнымъ, теперь растаялъ. Во всякомъ случаѣ, отъ этого, прежде отчетливаго, цирка теперь только въ сильнѣйшія трубы и при лучшихъ атмосферныхъ условіяхъ можно найти ничтожные остатки когда-то яснаго вала. Онъ замѣнился простымъ бѣлымъ пятномъ безъ всякой каймы около него (рис. 336). Проф. Пиккерингъ (Pickering) въ С. Америкѣ, наблюдая это пятно въ продолженіе 1897 и 1898 гг., нашелъ, что оно мѣняетъ свою величину въ предѣлахъ, указанныхъ на приложенной картѣ пунктирными линиями (рис. 335, пятнышко почти въ срединѣ).

Впервые оно выходитъ на солнечный свѣтъ послѣ двухнедѣльной лунной ночи въ томъ видѣ, какъ оно очерчено вѣшнимъ кру-

гомъ; затѣмъ, по мѣрѣ его подхода подъ Солнце, когда оно должно бы, казалось, дѣлаться ярче и больше отъ иррадіаціи, оно начинаетъ уменьшаться, какъ бы постепенно таять, дѣлается минимальнымъ во время своего полудня, а затѣмъ снова начинаетъ увеличиваться до размѣровъ средняго пунктирнаго круга, когда входитъ въ конусъ лунной ночи для того, чтобы снова выйти изъ него увеличеннымъ. Точно такъ же было найдено маленькое возрастаніе этого пятна, когда оно выходило изъ конуса земной ночи послѣ лунныхъ затменій 16 октября 1902 г. и 11 апрѣля 1903 г. Нѣкоторые объясняютъ такой фактъ большей чувствительностью глаза при наблюденіяхъ послѣ затменія. Однако, это толкованіе мало убѣдительно, потому что вѣдь наблюдатели не смотрѣли на Луну все время затменія, а только опредѣляли величину пятна до потемнѣнія и послѣ него на одинаково яркомъ контурѣ лунныхъ окрестностей. Затѣмъ докторъ Вирцъ (Wirtz) нашелъ, что послѣ семи дней освѣщенія Солнцемъ пятно Линней съ каждымъ дальнѣйшимъ днемъ уменьшалось, въ среднемъ, на 107 метровъ до тѣхъ поръ, пока не вступало въ область ночи. Профессоръ Е. Барнардъ (Barnard) на большомъ количествѣ измѣреній отъ декабря 1902 г. до ноября 1904 г. въ знаменитой Іеркской обсерваторіи въ С. Америкѣ убѣдился, что пятно Линней при полуденномъ освѣщеніи уменьшается на половину своего поперечника. Пиккерингъ приписываетъ это выпаденію инея на днѣ его мелкаго цирка во время двухнедѣльной лунной ночи вслѣдствіе его большой способности къ излученію, и съ этимъ, повидимому, трудно не согласиться.

Аналогичныя измѣненія замѣчаются и въ огромномъ циркѣ Платонъ, имѣющемъ около 90 километровъ длины и лежащемъ недалеко отъ залива Радуги на морѣ Дождей въ сѣверной части Луны. Плоское дно центральнаго его нагроможденія замѣтно измѣняетъ свою окраску. При восходѣ Солнца надъ этой мѣстностью, она входитъ въ область дня совершенно сѣрой, съ балломъ яркости не выше $2\frac{1}{2}$, и затѣмъ становится тѣмъ болѣе яркой, чѣмъ выше поднимается Солнце. Такъ и должно быть при неизмѣнной поверхности. Но послѣ подъема Солнца выше 20° яркость дна снова начинаетъ убывать и немного послѣ полудня принимаетъ цвѣтъ темной стали не болѣе $1\frac{1}{4}$ балла. При этомъ и многочисленныя полоски и свѣтлыя точки на днѣ, несомнѣнно, мѣняютъ свой цвѣтъ въ зависимости отъ высоты солнца. Происходитъ все такъ, какъ если бы къ полудню внутренность этого около-полярнаго цирка начинала наполняться кучевыми облаками или туманомъ, какъ обнаруживаетъ время отъ времени и прилегающее къ нему полярное море Холода.

Таковы наиболѣе интересныя мѣстныя измѣненія въ окраскѣ лунныхъ цирковъ. Кромѣ нихъ, указываются новѣйшими изслѣдователями и нѣсколько меньшихъ. Напримѣръ, въ большомъ циркѣ Альфонсъ въ средней части Луны съ діаметромъ въ 124 километра виднѣются въ полнолуніи къ югу отъ центральнаго нагроможденія

два свѣтлыхъ и нѣсколько черныхъ, тоже измѣняющихся пятенъ, а сѣверная часть цирка Вернеръ, которую Медлеръ назвалъ одной изъ самыхъ яркихъ точекъ на Лунѣ и оцѣнилъ ея бѣлизну наивысшимъ балломъ— 10° ; теперь стала много слабѣе даже второстепенныхъ свѣтлыхъ вершинъ.

Можно думать, что послѣ снятія съ Луны подробныхъ фотографій, мы найдемъ возможность отмѣтить на ней и болѣе существенныя перемѣны. Кромѣ того, фотографія можетъ принести намъ пользу и въ другомъ отношеніи. Она можетъ отмѣчать временныя свѣтящіяся точки, несомнѣнно появляющіяся иногда на темной части неполной Луны при паденіи на нее очень большихъ метеоритовъ. Повидимому, это наблюдалось уже не разъ. Такъ, неутомимый Гершель 20 апр. (ст. ст.) 1787 г., т.-е. въ самый день максимальнаго паденія метеоритовъ, называемыхъ леонидами, замѣтилъ на темной части Луны временное свѣченіе, о которомъ написалъ такъ: „Вулканъ горитъ съ большой силой“... „Діаметръ его свѣта простирается на 5 километровъ“... „Предметы, находящіеся вблизи, слабо свѣтятся. Изверженіе походитъ на то, которое я видѣлъ 4 мая 1783 г. (22 апрѣля с. ст.)“. Но 4 мая тоже близко къ максимуму паденія метеоритовъ акваридовъ, дождь которыхъ начинается еще съ 1 мая. Такимъ образомъ, оба наблюденія Гершеля день въ день совпадаютъ съ максимальными потоками двухъ большихъ метеоритныхъ дождей, когда на Луну должны градомъ сыпаться падающія звѣзды.

Съ этой точки зрѣнія, интересны также и слѣдующія два наблюденія. 20 (8 ст. ст.) октября 1824 г. въ пять часовъ утра, когда было еще совсѣмъ темно, Груйтгуйзенъ замѣтилъ около моря Облаковъ, на темной части Луны полосу свѣченія, которая простиралась на 100 километровъ въ длину и на 20 километровъ въ ширину, доходя до самаго Коперника. Она исчезла лишь послѣ нѣсколькихъ минутъ. Черезъ 6 минутъ онъ снова замѣтилъ на темной части Луны мимолетное блѣдное свѣченіе, а затѣмъ черезъ полчаса еще рядъ новыхъ, продолжавшихся до разсвѣта, когда онъ долженъ былъ прекратить свои наблюденія. Этотъ день какъ разъ совпадаетъ съ концомъ потока оріонидовъ, максимумъ которыхъ на Землѣ бываетъ 18 октября, а конецъ только 29 (н. ст.). Совершенно такое же явленіе описалъ и Ламбертъ 25 (13 ст. ст.) іюля 1774 г., т.-е. черезъ 5 дней послѣ начала паденія дельта-акваридовъ.

Нельзя пройти молчаніемъ и другія случайныя наблюденія въ томъ же родѣ (такъ какъ систематическихъ никто не дѣлалъ, не ожидая увидать чего-либо интереснаго на темной части Луны). Въ ночь 26 (13 с. с.) сентября 1788 г. Шретеръ замѣтилъ въ телескопъ точку, свѣтящуюся, какъ звѣзда 5 величины, около вершины Монблана въ Лунныхъ Альпахъ, когда тамъ господствовала глубокая ночь. Она исчезла только черезъ четверть часа. Затѣмъ 1 января 1865 (19 дек. 1864 с. с.) года Гроверъ въ 5-ти сантиметровую трубу

наблюдать около того же мѣста точку, свѣтящуюся, какъ звѣзда 4 величины, видимая простымъ глазомъ, и она исчезла только черезъ полчаса. Эти два случая не совпадаютъ ни съ однимъ изъ извѣстныхъ намъ метеорическихъ потоковъ, но не слѣдуетъ забывать, что наиболѣе яркіе метеориты и на Землѣ наблюдаются почти всегда особо.

Конечно, смотрѣть цѣлыми ночами въ телескопъ на невидимую для насъ часть Луны, неблагоприятное дѣло, на которое едва ли кто рѣшится, но можно всегда заставить слѣдить за нею астрографъ, перемѣняя его фотографическую пластинку лишь раза два въ ночь. Тогда даже и при неособенно точной центрировкѣ прибора легко отмѣтить всѣ такого рода явленія и затѣмъ обратить особое вниманіе, не обнаружилось ли въ указанныхъ мѣстахъ новаго маленькаго цирка, потому что большіе образуются чрезвычайно рѣдко, а малые (какъ показываетъ наша діаграмма [см. выше стр. 743]) напротивъ, очень часто.

Какъ ни ничтожны эти мѣстные перемѣны сравнительно съ общими, совершающимися на Землѣ и на Марсѣ, гдѣ значительныя наклоненія осей обуславливаютъ возможность временъ года, онѣ все же очень важны. Онѣ указываютъ, прежде всего, на существованіе легкой атмосферы даже и на обращенномъ къ намъ плоскогорьѣ Луны ¹⁾. Правда, эта атмосфера не настолько плотна, чтобы ударяющіе о Лунную поверхность метеориты или ихъ несущіяся въ пространствѣ группы теряли значительную часть своего поступательнаго движенія, какъ въ земномъ воздухѣ, представляющемъ медленно возрастающее, но огромное окончательное сопротивленіе чрезвычайно быстро влетающимъ въ него сверху тѣламъ. Въ лунной атмосферѣ нѣтъ дождевыхъ осадковъ и рѣкъ, постепенно сглаживающихъ всякія выбоины и неровности въ почвѣ, но дѣйствіе газовъ все же замѣтно, такъ какъ на Лунѣ на ряду съ недавними еще лучистыми цирками мы находимъ и старые съ совершенно разрушившимися валами. Такъ, циркъ Фра-Мауро (Fra-Mauro) въ настоящее время представляетъ только развалины когда-то существовавшего большого цирка, валъ котораго во многихъ мѣстахъ уже совсѣмъ исчезъ, а въ другихъ осыпался и очень низокъ. То же можно сказать и о прилегающемъ къ нему меньшемъ циркѣ Бонпланъ (Bonpland), тогда какъ, разстроившій ихъ своимъ сотрясеніемъ циркъ Парри (Parry) еще совершенно сохранился, и его главная вершина является одной изъ самыхъ яркихъ на Лунѣ. Состарившихся полуразрушенныхъ цирковъ на Лунѣ очень много, и даже можно видѣть,

¹⁾ На основаніи ряда очень тщательныхъ наблюденій, Neison вычислилъ, что атмосфера на видимомъ нами полушаріи Луны можетъ достигать 32 кил. Тогда ея плотность при 0° С. была бы 0,0023 земной, и вся лунная атмосфера не обнаружила бы у конца луннаго диска преломленія болѣе 1", а масса ея была бы въ такомъ же отношеніи къ массѣ Луны, какъ и нашей атмосферы къ массѣ Земли.

что разрушеніе во многихъ случаяхъ было вызвано сотрясеніями при образованіи поблизости новыхъ позднѣйшихъ цирковъ.

Все это тѣсно связано съ очень важнымъ вопросомъ. Если цирки Луны вызваны взрывами кучеобразныхъ скопленій метеорной пыли, носящейся въ пространствѣ, то есть ли причины думать, что такія событія происходили равномерно съ теченіемъ вѣковъ, или бывали времена, когда на столкновеніе съ ними было больше шансовъ, чѣмъ теперь, и когда эти кучи или отдѣльные сплошные метеориты были много крупнѣе современныхъ? Въ послѣднемъ допущеніи нѣтъ ничего невѣроятнаго. Дальше мы увидимъ, что попадающіе въ нашу атмосферу большіе метеориты часто обладаютъ скоростями почти въ 1,414. ¹⁾ раза превышающими среднюю скорость движенія Земли на ея орбитѣ. А это вводитъ уже насъ въ область почти гиперболическихъ орбитъ, т.е. такихъ, по которымъ могутъ двигаться тѣла, не принадлежащія къ нашей небесной семьѣ и, можетъ быть, представляющія собою летающіе то здѣсь, то тамъ въ межзвѣздномъ пространствѣ обломки такъ называемыхъ „новыхъ звѣздъ“, о которыхъ намъ придется особо говорить далѣе. Съ этой точки зрѣнія, не было бы ничего невѣроятнаго въ идеѣ, что когда-нибудь, въ доисторическую эпоху, наша солнечная система проходила черезъ цѣлый потокъ огромныхъ метеоритовъ, слѣды которыхъ остались до сихъ поръ почти въ неприкосновенности на всѣхъ безъ атмосферныхъ или мало-атмосферныхъ свѣтилахъ, а на плотно-атмосферныхъ давно превратились въ мелкія озера, да и тѣ измѣнили свою форму благодаря теченію рѣкъ и размывающему дѣйствію дождей. Конечно, изъ этого еще нельзя было бы выводить, какъ сдѣлалъ уже давно кто-то изъ геологовъ, что наша тихоокеанская вдавленность произошла отъ столкновенія Земли съ ядромъ кометы, тѣмъ болѣе, что всѣ особенности кометъ и метеоритовъ указываютъ, какъ увидимъ далѣе, на ихъ происхожденіе въ нашей же солнечной системѣ. Возможно, что этихъ междупланетныхъ странниковъ прежде возникало въ ней больше, но существованіе на Лунѣ такого свѣжаго одинокаго цирка, какъ Тихо, показываетъ, что никакая планета и теперь не застрахована отъ подобныхъ событій, и что ихъ результаты могутъ быть губительны для высшихъ животныхъ на сотни километровъ вокругъ.

Разсматривая различныя своеобразныя детали Лунной поверхности, мы не можемъ пройти молчаніемъ еще одинъ рядъ оригинальныхъ образованій, неизвѣстныхъ на подругѣ Луны Землѣ. Это—различныя борозды. Самая большая изъ нихъ находится въ Лунныхъ Альпахъ въ огромной насыпи, окаймляющей съ сѣверо-востока Море Дождей. Она называется долиной Альпъ (рис. 337),

¹⁾ $\sqrt{2} = 1,414$.

но по своей внѣшности представляет скорѣе прямолинейную грандіозную борозду, чѣмъ извилистую обыкновенную долину. Ширина ея достигаетъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ до 10 километровъ, длина до 130 кил., а глубина далеко не доходитъ до основанія ея горы. На Землѣ такія поперечныя долины образуются всегда только однимъ путемъ: дѣйствіемъ атмосферическихъ осадковъ, размывающихъ гор-

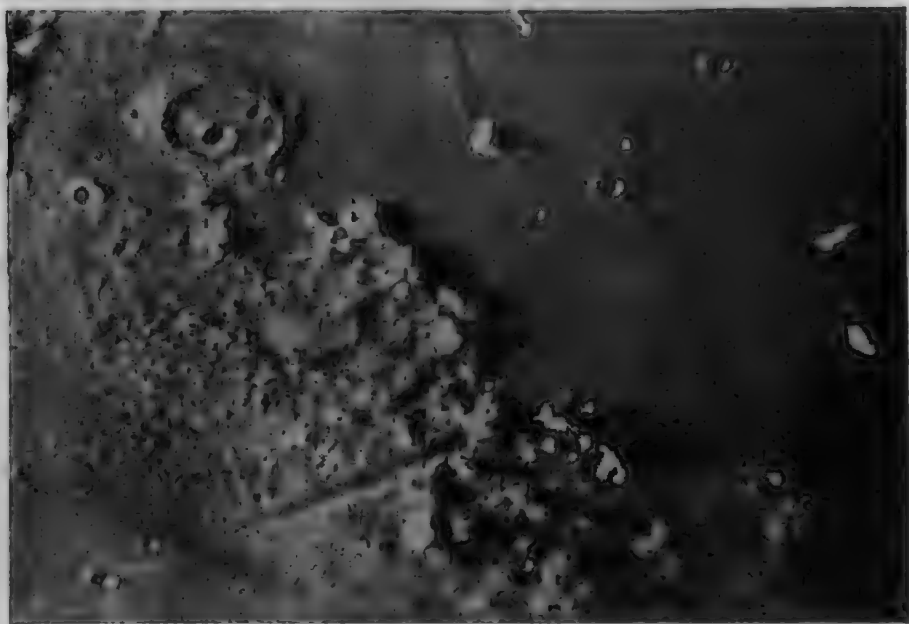


Рис. 337. Долина Альпъ на Лунѣ (посрединѣ внизу). Вверху—большой циркъ Кассини съ двумя меньшими на его днѣ.

ный хребетъ, и на днѣ такой долины, обыкновенно расширяющейся къ подошвѣ горы, протекаетъ и образовавшій ее потокъ. Но на нашей сторонѣ Луны нѣтъ никакихъ водныхъ осадковъ, и окружающія горы не показываютъ никакихъ слѣдовъ дѣйствія воды со времени ихъ возникновенія. Кромѣ того, если бы долина Альпъ произошла, какъ земныя долины, то рядъ ихъ былъ бы и на прилегающихъ къ ней склонахъ Альпъ, которые приняли бы перистую форму (въ родѣ Пиринеевъ, о чемъ мы уже говорили выше). Однако, ничего подобного нѣтъ, да и борозда расширяется не къ подошвѣ, а къ вершинѣ горы. Объяснить ее сейсмическими причинами тоже нѣтъ никакой возможности. Значитъ, остается и ей приписать то же метеоритное происхожденіе, какъ и луннымъ циркамъ. Большое скопленіе метеорной пыли должно было пронестись по поверхности Луны почти по касательной къ уровню этой мѣстности и, превращаясь въ газъ съ непрерывными взрывами отъ тренія о прилегающій склонъ Альпъ, провести въ нихъ на всей полосѣ своего соприкосновенія съ ними эту борозду.

Совершенно такое же происхожденіе мы можемъ приписать и другимъ подобнаго рода образованіямъ, напримѣръ, бороздѣ у цирка Гиггинусъ, которую скорѣе всего можно объяснить тѣмъ, что метеоритный конгломератъ, сдѣлавшій въ почвѣ эту борозду, встрѣтилъ внезапное сопротивление и взорвался, образовавъ на своемъ пути циркъ, а потомъ рикошетомъ метнулся нѣсколько въ сторону, гдѣ и вызвалъ продолженіе борозды, на которомъ произвелъ, повидимому, еще нѣсколько меньшихъ взрывовъ, отъ новыхъ мѣстныхъ сопротивленій почвы. Другая параллельная борозда, идущая отъ цирка Аридеусъ, повидимому, принадлежитъ его спутнику. Но не всѣ борозды носятъ слѣды прямого метеоритнаго происхожденія. Есть на Лунѣ много такихъ, которыя можно объяснить только косвеннымъ вліяніемъ метеоритовъ. Онѣ носятъ явный характеръ гигантскихъ разсѣлинъ, вызванныхъ въ лунной почвѣ страшными сотрясеніями при взрывѣ метеоритовъ, произведшихъ сосѣдніе цирки. Ширина ихъ, вѣроятно, была первоначально невелика и считалась лишь метрами, но глубина доходила до самага дна того сыпучаго слоя, который

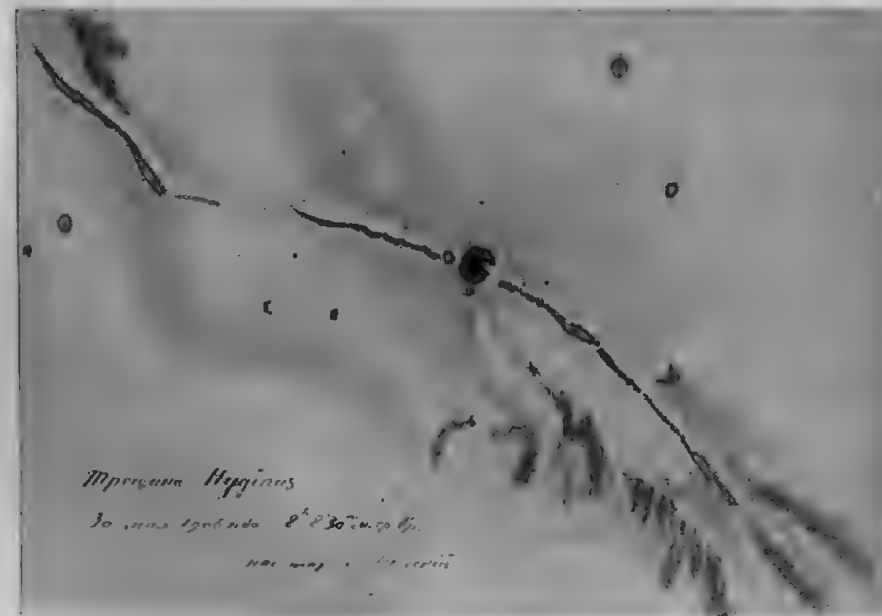


Рис. 338. Борозда Гиггинусъ на Лунѣ (ориг. рис. А. Ганскаго).

прикрываетъ теперь Луну. Осыпавшіяся въ эту бездну бока трещины заполнили ее почти цѣликомъ, а на поверхности остался лишь расширенный, нерѣдко до километра, но уже не глубокій, ровъ (рис. 339). Таковы, повидимому, длинная борозда у цирка Пикколомини; борозда и 12 слабыхъ свѣтлыхъ линій въ циркѣ Мавроликъ; цѣлая система бороздъ на западѣ отъ цирка Рамсденъ; множество слабыхъ бороздъ

внутри цирка Гассенди и, наконец, огромная однобокая борозда, скорѣе похожая на сдвигъ почвы, происшедшій отъ обвала въ подпочвенную пустоту, и находящаяся въ циркѣ Бёртъ (Birt) около середины Луны. Аналогичныя образованія происходят и на Землѣ при

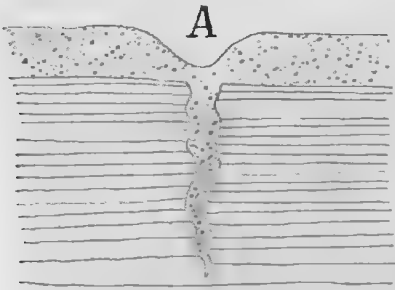


Рис. 339. Схема Лунной трещины (ориг. рис. автора).

землетрясеніяхъ подъ сыпучей почвой (рис. 341). При трещинахъ же въ твердыхъ породахъ, онѣ обыкновенно заливаются снизу лавой или водными растворами и тогда называются жилами (рис. 340).

Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ можно наблюдать, даже при увеличеніи въ 40 разъ, цѣлыя системы бороздъ, особенно къ востоку отъ моря Покоя (Mare Tranquillitatis), гдѣ находится уже описанная нами борозда Гиггинусъ, и почти въ томъ

же направленіи идутъ борозды у цирка Триснеккеръ.

Всѣ эти борозды не глубоки, хотя и достигаютъ ширины болѣе километра. Когда Солнце высоко поднимается надъ ними, онѣ кажутся нѣжно-желтоватыми линіями, проведенными на нѣсколько болѣе бѣломъ фонѣ окружающей мѣстности.



Рис. 340. Прорвавшіяся жилы порфирита въ вулканическомъ туфѣ въ Ренфре-шайрѣ, растрескавшемся при доисторическомъ землетрясеніи.

Въ предыдущемъ мы уже не разъ приходили къ выводу, что сыпучій поверхностный слой Луны налегаетъ, повидимому, на другой, болѣе твердый слой, находящійся, въ среднемъ, около километра ниже поверхности обращеннаго къ намъ плоскогорья, какъ можно видѣть лучше всего на фотографіяхъ Луны, благодаря ихъ

оригинальному свойству. Возьмите, напримѣръ, хотя бы снимки на стр. 717, 731 и здѣсь. Положите книгу такъ, чтобы свѣтъ отъ окна, если вы читаете днемъ, или свѣтъ лампы, если читаете вечеромъ, падалъ на эти фотографіи со стороны, и положите на нихъ въ разныхъ мѣстахъ нѣсколько мелкихъ крупинокъ или шариковъ хлѣба, такъ чтобы ихъ тѣни падали въ томъ же направленіи, какъ и тѣни лунныхъ горъ. Тогда вы непременно увидите цирки въ видѣ углубленій, какъ они и есть въ дѣйствительности на Лунѣ. Но поступите наоборотъ. Поверните рисунокъ такъ, чтобы свѣтъ былъ съ противоположной стороны и чтобы тѣни отъ крупинокъ шли въ противоположномъ направленіи съ тѣнями лунныхъ цирковъ. Тогда,



Рис. 341. Трещины и провалы отъ землетрясенія 10 янв. 1869 г. въ Кашгарѣ, въ Индіи.

отойдя на минуту въ сторону и снова взглянувъ на рисунокъ, вы увидите на немъ (особенно если сначала будете приглядываться къ тѣнямъ крупинокъ) все въ извращенномъ видѣ. Дно каждого цирка будетъ казаться вамъ не вдавленностью, а выпуклостью, какъ будто на поверхности Луны образовались повсюду круглыя плоскогорья, какъ на шагреневомъ переплетѣ книги. Но всего замѣчательнѣе и всего рельефнѣе здѣсь обнаружится передъ вами слѣдующее. Вершины всѣхъ плоскогорій окажутся какъ бы спиленныя напильникомъ подъ одинъ и тотъ же уровень. Будетъ ли циркъ великъ или малъ, высота его окажется одинаковой со всѣми окружающими, и притомъ совершенно плоской. Это значитъ, что дно каждого цирка Луны находится на той же глубинѣ или, лучше сказать, на томъ же

уровнѣ Луны, какъ и дно всѣхъ остальныхъ. Значить, здѣсь находится граница внутренняго твердаго и того чрезвычайно легкаго по удѣльному вѣсу поверхностнаго сыпучаго слоя, который имѣетъ свойство расчищаться съ болѣе твердой внутренней оболочки Луны при взрывѣ метеорита, какъ пыль, на которую вы дунули.

Можно даже указать нѣкоторые признаки, что и самъ сыпучій слой состоитъ изъ двухъ или нѣсколькихъ лежащихъ другъ на другѣ напластованій, при чемъ нижніе слои болѣе плотны, чѣмъ верхніе, такъ какъ бока нѣкоторыхъ цирковъ обнаруживаютъ двѣ или нѣсколько террасъ на своихъ склонахъ. Стоитъ только при-смотреться, напримѣръ, къ циркамъ Геркулесъ, Петавіусъ и др., валы которыхъ имѣютъ два уступа, или къ циркамъ Курціусъ и Пиколомини, гдѣ террасы, повидимому, смѣшались еще съ дюнообразными наносами, чтобы убѣдиться въ неполной однородности

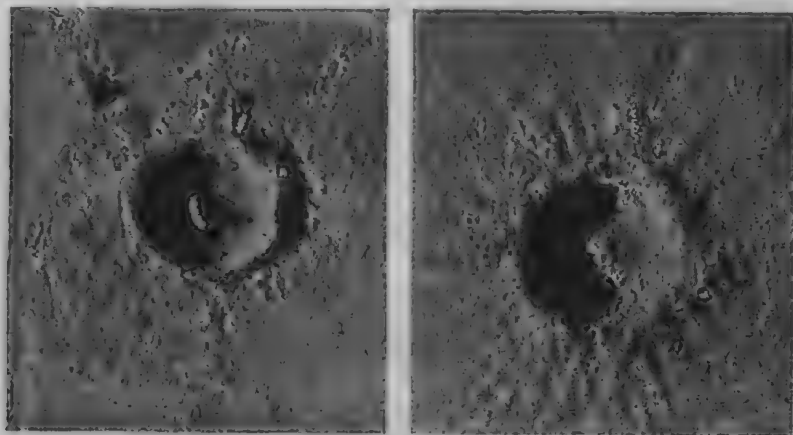


Рис. 342. Фотографіи съ искусственныхъ „Лунныхъ цирковъ“, полученныхъ Альсдорфомъ въ 1878 г. посредствомъ бросанія мячика на слой порошкообразнаго мѣла или песку на твердой подстилкѣ.

нижнихъ и верхнихъ слоевъ сыпучаго луннаго покрова. Точно такъ же и обнажившійся, благодаря возникновенію большихъ цирковъ и цирковидныхъ морей, второй нижній слой Луны не состоитъ изъ какой-либо очень твердой геологической породы, въ родѣ, напри-мѣръ, гнейсовъ, вездѣ лежащихъ на земномъ шарѣ на нѣкоторой глубинѣ подъ наносными слоями песку, глины, известняковъ и различныхъ сланцевъ воднаго происхожденія. Дно нѣкоторыхъ лунныхъ морей тоже оказалось способнымъ къ образованію цирковъ, т.-е. оно если и не сыпуче по природѣ, то способно распадаться на мельчайшую пыль при сильныхъ сотрясеніяхъ, какъ можно видѣть на примѣрѣ образованія цирковъ Аристиллъ и Архимедъ на днѣ моря Дождей.

Цвѣтъ второго нижняго слоя Луны, какъ мы уже говорили выше, болѣе темень, и этимъ тоже свидѣтельствуетъ о другомъ

физическомъ и химическомъ строеніи. Въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ онъ не засыпанъ тѣмъ же снѣговиднымъ веществомъ, какое составля-ютъ лучи новыхъ цирковъ, онъ является часто очень темнымъ, какъ это хорошо видно въ полнолуніе у цирковъ Босковичъ, Билли, Эндиміонъ, Лемонье, Крюгеръ, Азутъ, Витрувіусъ, Пилатъ, Гиппала, Маріусъ и др., дно которыхъ напоминаетъ черноземъ или наши очень темные сланцы.

Немногомъ свѣтлѣе оно и у глубокихъ, т.-е. темныхъ „морей“, гдѣ, кромѣ того, замѣчается часто и слабый зеленоватый оттѣнокъ, различаемый только въ очень свѣтосильныя трубы. Таковъ оттѣнокъ дна моря Кризисовъ, которое является однимъ изъ самыхъ темныхъ и, повидимому, не особенно давняго происхожденія, такъ какъ всѣ первоначальные цирки этой мѣстности, повидимому, сме-тены, и на ровномъ мѣстѣ болѣе темной ихъ почвы образовалось лишь нѣсколько позднѣйшихъ, изъ которыхъ самый большой Пи-каръ (Picard) имѣетъ въ діаметрѣ 32 километра и характеризуется сравнительно очень яркимъ для этого „моря“ валомъ (5 1/2 балловъ), такимъ же по цвѣту, какъ и лучи вокругъ цирка Коперникъ.

Зеленоватый же оттѣнокъ имѣетъ во время полнолуній и дно моря Холода (Mare Frigoris), моря Ясности (Mare Serenitatis) и моря Влажности (Mare Humorum), тогда какъ море Нектара (Mare Nectaris) и море Дождей (Mare Imbrium), повидимому, просто сѣраго цвѣта. Если даже и приписать зеленоватый цвѣтъ, какъ пытались нѣкото-рые, растительности, содержащей хлорофиллъ, какъ и наша, то все же темный цвѣтъ этихъ впадинъ показываетъ и другой составъ геологическихъ породъ, лежащихъ подъ наружнымъ легкимъ и сыпучимъ покровомъ Луны. Относительно крутизны откосовъ у цирковъ этого покрова насъ всегда обманываютъ старинные неправильные рисунки и даже современные фотографіи, гдѣ всѣ мельчайшія углубленія и возвышенія Лунной поверхности преувеличиваются въ нѣсколько десятковъ разъ, благодаря боковому солнечному освѣщенію, при которомъ они фотографируются. На дѣлѣ же крутѣйшіе склоны цирковъ и „горныхъ цѣпей“ верхняго слоя Луны, какъ мы уже говорили выше, никогда не превышаютъ тѣхъ, которые доступны для сыпучаго состоянія вещества, и которые мы можемъ наблю-дать на конусообразныхъ горахъ сухого песку, скаты которыхъ до-стигаютъ 45°.

Конечно, на Лунной поверхности могутъ быть и настоящія цѣпи горъ, обязанныя своимъ происхожденіемъ давнишней сейсмической дѣятельности, т.-е. вліянію воды, сначала ступившей изъ древнихъ лунныхъ атмосферическихъ осадковъ на ея поверхности, а затѣмъ проникшей въ подпочву и подѣйствовавшей химически на нижніе безводные слои ея окисловъ и карбидовъ, какъ это происходитъ теперь на Землѣ. Горы такого происхожденія, конечно, были бы такими же твердыми, какъ и земныя. Но сейсмическимъ причинамъ можно приписать лишь немногія отдѣльныя вершины Луны, въ

родѣ, на примѣръ, Лейбницъ и Дерфель (Leibnitz, Doerfel), изъ которыхъ первая достигаетъ 7.610, а вторая 7.603 метровъ, если допустить, что это—вершины хребтовъ болѣе внутренняго темнаго и твердаго слоя лунныхъ геологическихъ породъ, выступающія островами изъ-подъ наносныхъ поверхностныхъ напластованій, какъ выступаютъ земные гнейсовые хребты горъ. Но не эти первобытные и уже сильно разрушившіяся образованія давнишняго періода лунной эволюціи, а только одни ея удивительные цирки придаютъ ея современной поверхности тотъ специфическій отпечатокъ, который дѣлаетъ ее по внѣшности такой противоположною ея сестрѣ-Землѣ...

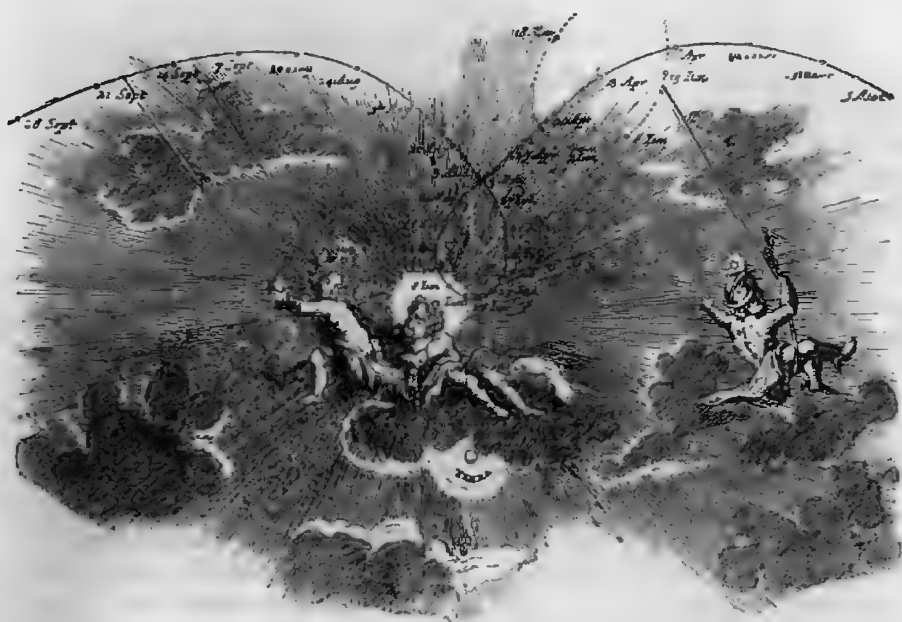


Схема образованія міровъ.



Террасы и дюны на Лунѣ.

Справа—Море влажности съ окаймляющими его шестью рядами дюновидныхъ наносовъ. Внизу, справа—циркъ Гассенди съ меньшимъ паразитнымъ циркомъ на валу.



Кажущіяся удаленія отъ Солнца и приближенія къ нему внутреннихъ планетъ Меркурія (справа) и Венеры (слѣва). Рисунокъ XVIII вѣка.

IV.

Дѣти Солнца и его внуки.

1. Міръ планетъ.

Всѣ мы знаемъ, что Солнце служитъ центромъ обращенія множества небесныхъ свѣтилъ, происшедшихъ отъ него одно за другимъ въ давноминувшія времена. Они и до настоящаго времени связаны съ нимъ генетически, почему и могутъ называться его небесной семьей.

Въ составъ этой семьи входятъ, прежде всего, четыре, старшія, большія, такъ называемыя за-астероидныя, планеты. Самая дальняя изъ нихъ, Нептунъ, кружится съ однимъ своимъ сыномъ-спутникомъ—внукомъ Солнца, Уранъ съ четырьмя, Сатурнъ съ девятью и съ кольцами туманной матеріи подъ ними, новыми зарождающимися свѣтилами, и, наконецъ, Юпитеръ, самая огромная изъ нашихъ Солнечныхъ планетъ съ четырьмя довольно большими старшими—и четырьмя очень маленькими—младшими—спутниками. Подъ ними несется вокругъ Солнца многочисленная процессія маленькихъ планетокъ, или астероидовъ, главнѣйшіе изъ которыхъ едва видимы въ лучшіе изъ современныхъ телескоповъ, допускающихъ насъ наблюдать пока только около 700 изъ нихъ съ поперечникомъ не менѣе 30 километровъ. А сколько тамъ есть меньшихъ, чѣмъ эти, мы не можемъ пока даже и гадать!

Подъ этой многочисленной толпой мелкихъ астероидовъ находятся снова четыре, младшія, отдѣльныя планеты, несравненно больше ихъ величиной, но много меньше перечисленныхъ выше за-астероидныхъ планетъ. У первой, самой дальней изъ нихъ, Марса, найдены нѣсколько лѣтъ тому назадъ два маленькихъ спутника; вторая—Земля—представляетъ, какъ мы уже видѣли, двойную планету, такъ какъ ея Луну никакъ нельзя ставить въ аналогію со спутниками другихъ планетъ по причинѣ ея сравнительно огромной величины. Затѣмъ идутъ Венера и Меркурій, еще не произведшіе никакихъ дѣтей, и этими двумя самыми младшими дѣтьми заканчивается семья нашего Солнца. Все, что мы находимъ въ ней сверхъ нихъ, въ видѣ носящихся кометъ и метеоритовъ, является лишь роємъ мимолетныхъ продуктовъ міровой жизни и дѣятельности нашего яркаго свѣтила въ окружающей его міровой средѣ, почему мы и должны разсматривать ихъ особо.

Самая ближайшая планета, Меркурій, обращается вокругъ Солнца всего лишь въ 87,969 дня, а Венера въ 224,701 дня. Такъ какъ они оба находятся ближе къ Солнцу, чѣмъ Земля, то, глядя на него, мы и наблюдаемъ ихъ то вправо, то влѣво отъ его лучезарнаго диска, то идущими впереди Солнца въ его кажущемся дневномъ движеніи и потому восходящими ранѣе его восхода по утрамъ, то идущими сзади и потому заходящими послѣ него на западѣ въ вечернее время. Понятно, что на противоположной сторонѣ неба, въ противустояніи съ Солнцемъ, они не могутъ быть наблюдаемы съ земного шара, за орбиту котораго они никогда не выходятъ. Вотъ почему ихъ и называютъ внутренними (по отношенію къ Землѣ) планетами.

Совсѣмъ другое дѣло съ остальными, такъ называемыми внѣшними для насъ планетами. Охватывая и Солнце и Землю своими орбитами, онѣ никогда не могутъ проходить между нами и Солнцемъ и затемнять для насъ черной точкой его огненный дискъ, какъ дѣлаютъ по временамъ Меркурій и Венера. Но зато онѣ время отъ времени удаляются и на противоположную сторону неба и тогда восходятъ вечеромъ при закатѣ Солнца и заходятъ утромъ при его восходѣ, т.-е. бываютъ видимы всю ночь. Онѣ блестятъ въ это время всего ярче, потому что наиболѣе сближаются съ Землею, какъ трудно видѣть изъ приложеннаго рисунка (рис. 343), гдѣ показаны относительныя разстоянія планетъ. Кромѣ того, здѣсь обнаруживается и еще одно замѣчательное обстоятельство. Благодаря тому, что Земля каждый годъ опережаетъ внѣшнія планеты на своей меньшей орбитѣ, а потомъ возвращается къ нимъ, онѣ перспективно кажутся движущимися между звѣздами не равномерно, а то взадъ, то впередъ.

Эти зигзагообразныя, какъ пути молній, изображавшихся на старинныхъ рисункахъ, движенія внѣшнихъ планетъ приводили древнихъ въ полное недоумѣніе. Онѣ стали казаться имъ какими-то огненными конями или колесницами, въ которыя впряжены ло-

шади, мчащіяся прыжками, немного отступая назадъ передъ каждымъ своимъ новымъ скачкомъ. Только великому александрійскому философу Птолемею, жившему во II вѣкѣ нашей эры, удалось, какъ мы уже упоминали (въ началѣ гл. II), нѣсколько разобраться въ этомъ предметѣ. Но, не рѣшаясь отказаться отъ старинныхъ теологическихъ представлений, что Земля есть центръ звѣзднаго міра, онъ пришелъ къ заключенію, что видимые нами пути планетъ надо объяснить тѣмъ, что каждая изъ нихъ кружится по своему особому малому кругу, названному имъ эпицикломъ, а центръ эпицикла обходитъ Землю по большой орбитѣ, которую онъ называлъ деферентомъ. Эта система эпицикловъ и деферентовъ такъ и держалась безъ измѣненій во всѣ средніе вѣка.

Николай Коперникъ, родившійся въ Торнѣ въ 1473 году и преподававшій нѣкоторое время математику въ Римѣ, послѣ окончанія университета въ Краковѣ и Болоньѣ, былъ первый, который усомнился въ вѣрности системы Птолемея и пришелъ къ выводу, что „пятныя движенія“ планетъ суть чисто перспективныя явленія, зависящія отъ нашего собственнаго полета вмѣстѣ съ Землей вокругъ Солнца. Онъ изложилъ свои соображенія въ замѣчательной книгѣ: *De revolutione orbium coelestium* (Объ обращеніи небесныхъ свѣтилъ), которая положила начало новой эрѣ въ исторіи астрономіи. Только благодаря его системѣ и явилась возможность для Кеплера вывести свои три закона, что: 1) планетныя орбиты не представляютъ геометрически правильныхъ круговъ, а являются только близкими къ кругамъ эллипсами, въ одномъ изъ двухъ фокусовъ которыхъ находится Солнце, 2) радіусъ-векторъ планеты описываетъ, при ея орбитномъ движеніи, площади, пропорціональныя временамъ, т.-е. въ одинаковое время одинаковыя, на какой части своего пути ни находилась бы планета, и 3) квадраты времени обращенія планетъ относятся, какъ кубы ихъ среднихъ раз-



Рис. 343. Солнечная система.

стояній отъ общаго центра ихъ кругообращеній. Дѣйствительно: обозначивъ времена обращенія двухъ любыхъ планетъ, кометъ или метеоритовъ черезъ t_1 и t_2 , а среднія разстоянія отъ Солнца черезъ a_1 и a_2 , получимъ послѣдній, самый важный законъ въ видѣ $t_1^3/t_2^3 = a_1^3/a_2^3$.

Изъ этого найдемъ что $a_1 = \sqrt[3]{\frac{t_1^3}{t_2^3} a_2^3}$, т.-е. если, на примѣръ, a_1 есть среднее разстояніе Марса отъ Солнца, которое мы желаемъ знать, t_1 — время его обращенія, извѣстное намъ изъ наблюденій, превышающее земное въ 1,8808 разъ, t_2 — время обращенія Земли, равное году, и a_2 — ея среднее разстояніе, принимаемое въ астрономіи за 1 небесныхъ протяженій, то найдемъ, что среднее разстояніе a_1 Марса отъ Солнца будетъ:

$$a_1 = \sqrt[3]{(1,8808)^3} = 1,524 \text{ звѣздныхъ годовъ Земли.}$$

Этотъ законъ далъ возможность съ величайшей точностью вычислить діаметры всѣхъ планетныхъ орбитъ въ доляхъ средняго разстоянія Земли отъ Солнца, такъ какъ времена ихъ обращеній съ большою точностью опредѣлились изъ непосредственныхъ наблюденій надъ ихъ положеніями въ продолженіе многихъ сотенъ лѣтъ. На такой основѣ вскорѣ были вычислены по угловымъ величинамъ планетъ и ихъ относительные діаметры, а затѣмъ, когда опредѣлили разстояніе Земли отъ Солнца въ нашихъ обычныхъ единицахъ, получилась возможность выразить въ этихъ же единицахъ и всѣ константы планетныхъ орбитъ (табл. IV, см. прил. къ стр. 770).

Само собой понятно, что такая стройная система міровъ тотчасъ же вызвала у изслѣдователей-теоретиковъ желаніе найти какія-либо закономерности въ приведенныхъ на табл. IV, V и VI столбцахъ цифръ. Прежде всего, возникъ вопросъ, не выражаются ли разстоянія планетъ отъ Солнца какими-либо простыми числами? Тиціусъ (Titius) и Бодѣ (Bode) въ концѣ 18 вѣка пришли къ заключенію, что если мы возьмемъ рядъ: 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, гдѣ сначала стоитъ нуль, а затѣмъ постепенно удваивающаяся цифра 3, то, прибавивъ къ каждому изъ этихъ чиселъ по четыре, мы получимъ рядъ величинъ, близко соотвѣствующихъ разстояніямъ планетъ отъ Солнца. Вотъ онѣ, а параллельно съ ними и дѣйствительныя разстоянія:

Разстоянія по правилу Тиціуса-Бодѣ.		Дѣйствительныя разстоянія.
Меркурій	4	3,87
Венера	7	7,23
Земля	10	10
Марсъ	16	15,24
Астероиды	28	отъ 16 до 50
Юпитеръ	52	52,03
Сатурнъ	100	95,39
Уранъ	196	191,83
Нептунъ	388	300,57

Мы видимъ, что правило Тиціуса-Бодѣ дало довольно хорошіе результаты для всѣхъ извѣстныхъ древнимъ планетъ и даже предусмѣтрило разстоянія еще не найденнымъ въ то время астероидовъ и Урана. Но для Нептуна оно оказалось неудовлетворительнымъ. Эта планета значительно ближе къ Солнцу, чѣмъ слѣдовало бы ожидать. Однако, цѣлый рядъ совпаденій все же даетъ намъ возможность сказать, что это правило указываетъ намъ на существованіе какой-то первоначальной, теперь уже утратившейся, закономерности въ разстояніяхъ, на которыхъ возникали планеты. Первичная правильность теперь только сильно нарушена благодаря какимъ-то послѣдующимъ вліяніямъ.

Точно такъ же не удалось до сихъ поръ указать какой-либо закономерности и въ объемахъ или массахъ свѣтилъ нашей солнечной системы или въ другихъ индивидуальныхъ особенностяхъ ихъ. Вотъ почему намъ и приходится взять пока солнечную систему такой, какъ она есть, чтобы изслѣдовать современныя физическія условія на поверхности ея свѣтилъ. Разсмотримъ же сначала наиболѣе доступныя намъ планеты для того, чтобы потомъ судить по нимъ и объ остальныхъ. А такъ какъ ни одна изъ нихъ не изучена лучше Марса, то и начнемъ съ него.

2. Марсъ и его дѣти.

Благодаря своему оранжевому, какъ бы „кровоавому“ цвѣту по которому всегда легко отличить эту планету отъ остальныхъ видимыхъ простымъ глазомъ, древніе до-христіанскіе греки и римляне отождествляли ее съ богомъ Марсомъ и потому и дали ей такое воинственное названіе. Въ средневѣковыхъ христіанскихъ и еврейскихъ астрологическихъ документахъ ее называютъ Краснымъ конемъ или Колесницей, въ которую впряжены красныя кони, и приписываютъ ей зловѣщее вліяніе на земныя событія. Алхимики считали ее слѣланной изъ желѣза. Теперь этотъ средневѣковой туманъ разсѣялся, и мы видимъ въ Марсѣ лишь сосѣдную съ нами Землю, такую же, какъ и наша, и точно такъ же обращающуюся вокругъ Солнца.

Для того, чтобы судить о томъ, какіе предметы мы можемъ наблюдать въ телескопы на Марсѣ, мы должны прежде всего принять во вниманіе, что при своихъ противостояніяхъ Солнцу, совершающихся въ среднемъ черезъ 7790 дней, Марсъ не приближается къ намъ болѣе, чѣмъ на 0,3773 долю земной орбиты или на 55 милліоновъ километровъ. Значитъ, при самыхъ лучшихъ случаяхъ видимости онъ бываетъ отъ насъ въ 143 раза дальше Луны. Но мы уже знаемъ, что въ сильнѣйшіе изъ нашихъ телескоповъ мы можемъ разсмотрѣть на Лунѣ самое рѣзкое черное пятно на бѣломъ фонѣ лишь въ томъ случаѣ, если оно превышаетъ 60 метровъ въ діаметрѣ, а при неполной рѣзкости пятна оно должно быть не менѣе 200

метровъ. Отсюда легко вычислить, что на Марсѣ мы можемъ наблюдать на темномъ фонѣ бѣлыя пятна, возвышенности и линіи лишь въ томъ случаѣ, если ихъ поперечникъ болѣе 8 километровъ (верстъ). А если контрастъ цвѣтовъ не такъ рѣзокъ, то не увидимъ пятна и въ 30 километровъ шириной. Значитъ, даже самыя большія кучевыя облака въ его атмосферѣ сольются для насъ въ простой туманъ. Намъ покажется, что его поверхность въ данномъ мѣстѣ какъ бы окутана бѣлой дымкой—и больше ничего.

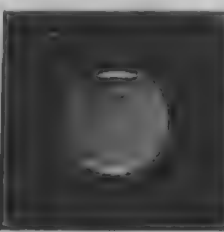
Такая оговорка необходима для того, чтобы читатель могъ самостоятельно ориентироваться въ томъ, что мы будемъ говорить далѣе о каналахъ и физическихъ условіяхъ на поверхности Марса.



Фотографія.

Рисунокъ.

Одновременные: фотографія Марса и рисунокъ его, сдѣланные Лоуэллемъ 11 іюля 1907 г. (Journ. Soc. Astr. de France 1907, p. 465).



Фотографія.

Рисунокъ.

Одновременные: фотографія Марса и рисунокъ его, сдѣланные Лоуэллемъ 23 іюля 1907 г. (Journ. Soc. Astr. de France 1907, p. 464).

Рис. 344.

нѣсколькихъ километрахъ подъема, и крыши зданій кажутся тогда какъ бы стелющимися прямо по землѣ, то намъ станетъ ясно, что на Марсѣ могутъ быть значительныя горы, совершенно неразличимыя отсюда для нашего глаза при его противостояніяхъ. На ихъ присутствіе указываютъ намъ блестящія зубуринки на терминаторѣ (краѣ освѣщенія) Марса, замѣченныя, на примѣръ, въ Ликкской обсерваторіи въ 1890 г. и обнаруживающія существованіе на этой планетѣ вершинъ до 3 километровъ высоты. Каналовъ же, которыми такъ прославился Марсъ со времени наблюденій Скиапарелли, большею частью совсѣмъ не видно, и только по временамъ, при осо-

При первомъ взглядѣ въ сильный телескопъ, онъ представляется нашему глазу въ видѣ небольшого красноватаго кружка, кажущагося не больше маленькой пуговицы (рис. 344). При внимательномъ разсматриваніи легко на немъ замѣтить желтоватые и оранжевыя мѣстности, т.-е. его континенты, и среди нихъ болѣе темныя пятна — его моря, но очень трудно видѣть горы, потому что въ противостояніяхъ Марса онъ совсѣмъ не даетъ никакихъ тѣней, а въ квадратурахъ онъ бываетъ отъ насъ слишкомъ далеко. Если мы примемъ во вниманіе, что даже значительные холмы у насъ на Землѣ дѣлаются незамѣтными при наблюденіи ихъ съ высоты воздушныхъ шаровъ, т.-е. всего при

бенно хорошихъ условіяхъ марсіанской атмосферы, вдругъ покажется, въ видѣ тонкой, какъ паутинка, линіи, тотъ или другой.

Наклоненіе экватора Марса къ его орбитѣ достигаетъ 27°. Значитъ, его тропическій и полярный пояса шире земныхъ, а умеренные уже, и климатъ вообще континентальнѣе. Его годъ содержитъ 668½ солнечныхъ марсіанскихъ дней, при чемъ они въ настоящее время распредѣляются такъ:

Число марсіанскихъ дней.			
Сѣверное полушаріе:	Весна	191	Осень
	Лѣто	181	Зима
	Осень	149	Весна
	Зима	147	Лѣто
Южное полушаріе:			

Отсюда мы видимъ, что весна и лѣто на сѣверномъ полушаріи Марса на 76 его дней длиннѣе, чѣмъ осень и зима, а на южномъ наоборотъ.

Эта разница въ 76 марсіанскихъ дней (по продолжительности близкихъ къ земнымъ) между жаркимъ и холоднымъ сезонами его сѣвернаго и южнаго полушарія должна отзываться болѣе теплымъ климатомъ перваго и притомъ въ большихъ размѣрахъ, чѣмъ на Землѣ, если главнымъ источникомъ нагрѣванія поверхности Марса служить, какъ и у насъ, одно Солнце. Однако, само собой понятно, что, благодаря прецессіональному движенію его оси вращенія, и на немъ періодически, черезъ извѣстные промежутки, разница въ длинѣ времени года должна уравниваться, а затѣмъ избытокъ теплыхъ дней долженъ переходить съ сѣвернаго на южное полушаріе, какъ и у Земли.

Однако, короткость южнаго лѣта на Марсѣ, повидимому, вознаграждается большей интенсивностью излученія солнца на болѣе близкомъ отъ него разстояніи планеты. Снѣжный покровъ ея южныхъ полярныхъ странъ въ болѣе степени мѣняетъ свои размѣры, чѣмъ сѣверный. Отсюда приходится, какъ будто, заключить, что и на Землѣ причиной неравенства температуръ сѣвернаго и южнаго полушарій не можетъ служить разница въ длинѣ нашего сѣвернаго и южнаго лѣта, такъ какъ и у насъ южное болѣе короткое лѣто сопровождается наибольшимъ приближеніемъ земли къ Солнцу.

Въ продолженіе болѣе двухъ вѣковъ телескопическихъ наблюденій можно было шагъ за шагомъ слѣдить за всѣми крупными климатическими измѣненіями Марса, наблюдать очередное образованіе и таяніе его полярныхъ льдовъ (рис. 345), видѣть, время отъ времени, хотя и рѣдко, какъ образуются на немъ тучи, похожія на наши грозовыя, или гигантскіе циклоны и антициклоны спиральной формы, видѣть бѣловатые облачныя мѣста. Смутное затуманиванье его отдѣльныхъ областей, какъ уже сказано выше, можетъ быть при-

писано и просто вереницамъ кучевыхъ облаковъ, невидимыхъ для насъ въ отдѣльности въ его атмосферѣ, такъ какъ кучевыя облака и на Землѣ никогда не достигаютъ такой величины, чтобъ ихъ можно было различить съ Марса въ лучшіе изъ телескоповъ, въ родѣ нашихъ.

Вообще же говоря, атмосфера Марса много яснѣе нашей земной. Мы совсѣмъ не видимъ въ ней тропическихъ облачныхъ поясовъ дождливаго сезона, которые должны были бы напоминать, при взглядѣ на нихъ сверху, бѣлыя экваторіальныя полосы Юпитера. Снѣга Марса выпадаютъ какъ-то незамѣтно для насъ, скорѣе какъ иней, а не какъ верхніе атмосферическіе осадки, хотя судить объ этомъ и невозможно изъ нашей дали, при которой даже самой атмо-

сферы Марса нельзя различить на контурахъ его диска, кажущихся рѣзко очерченными, въ родѣ лунныхъ. Однако, существованіе атмосферы на Марсѣ, и притомъ не вполне прозрачной, подтверждается тѣмъ, что всѣ подробности его поверхности исчезаютъ какъ бы въ туманѣ, какъ только начинаютъ приближаться къ его краю, гдѣ лучи отъ нихъ должны пройти къ намъ черезъ большую толщю его газовъ. Въ настоящее время можно даже сказать почти съ увѣренностью, что и химическій составъ атмосферы Марса близокъ къ нашей земной. Въ ней обнаруженъ

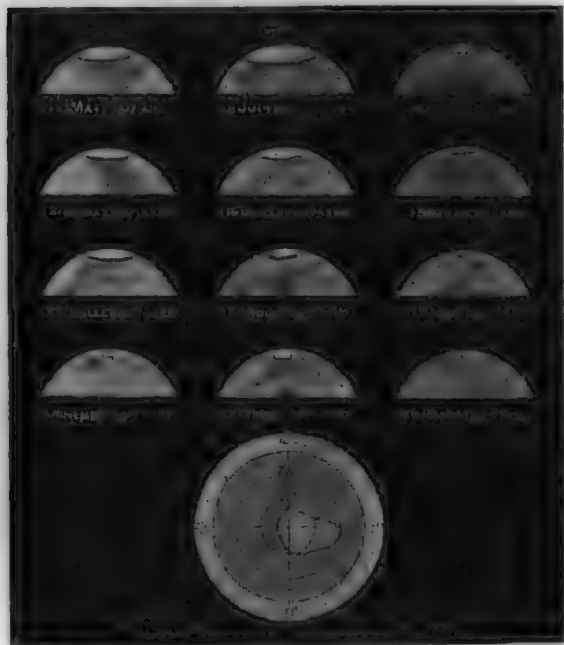


Рис. 345. Измѣненіе южн. полярнаго снѣговиднаго покрова Марса около его лѣтняго солнцестоянія между 12 мая (н. с.) и 17 ноября 1907 г. Внизу карта всего покрова. (Journ. Soc. Astr. de France 1908, p. 76).

спектроскопомъ водяной газъ и полное отсутствіе линій поглощенія всѣхъ другихъ летучихъ веществъ, кромѣ одинаковыхъ по спектру съ линіями нашей собственной атмосферы и потому сливающихся съ ними. Наилучшимъ способомъ отличить ихъ отъ земныхъ будетъ, конечно, спектроскопическое наблюденіе того края Марса, который при его вращеніи приближается къ намъ, и сравненіе его линій съ линіями удаляющагося отъ насъ края. Ихъ скашиваніе, соответствующее скорости вращенія Марса, только одно и даетъ намъ возможность отличить азотъ, кислородъ и другіе газы его атмосферы отъ одинаковыхъ съ ними у насъ, на Землѣ, сквозь которые мы смотримъ на него.

Таблица IV.

Астрономическія константы планетъ.

	Среднія разстоянія отъ центра обращенія въ астрономическихъ единицахъ.	Среднія разстоянія отъ центра обращенія въ километрахъ.	Разстоянія въ солнечныхъ радіусахъ.	Звѣздное обращеніе въ звѣздныхъ годахъ Земли	Звѣздное обращеніе въ юлианск. годахъ (=365 ¹ / ₄ д.) и земныхъ суткахъ.
Меркурій . . .	0,3870987	57850000	83	0,240843	87 ^д , 969258
Венера . . .	0,7233322	108100000	155	0,615186	224 ^д , 700787
Земля—Луна . .	1.	149500000	214	1.	0 ^д , 006374
Марсъ . . .	1,5236913	227800000	322	1,880832	1 ^г + 321 ^д , 729646
Юпитеръ . . .	5,202800	777800000	1116	11,861965	11 ^г + 314 ^д , 838171
Сатурнъ . . .	9,538856	1424000000	2041	29,457176	29 ^г + 165 ^д , 935360
Уранъ . . .	19,18329	2858000000	4108	84,020233	84 ^г + 7 ^д , 39036
Нептунъ . . .	30,05508	4487000000	6420	164,765895	164 ^г + 280 ^д , 11316

	Звѣздное время обращенія въ земныхъ суткахъ.	Синодическое обращеніе въ суткахъ.	Средняя скорость полета въ километрахъ въ секунду.	Паденіе въ солнцу въ 1-ую секунду въ метрахъ.	Продолжительность всображаемаго паденія на солнцѣ въ суткахъ.
Меркурій . .	87 ^д , 969258	115,9	47	0 ^м , 0196	15,55
Венера . . .	224 ^д , 700787	583,7	35	0 ^м , 0056	39,73
Земля—Луна .	365 ^д , 256374	—	29	0 ^м , 0029	64,57
Марсъ . . .	686 ^д , 979646	779,0	24	0 ^м , 0013	121,44
Юпитеръ . .	4332 ^д , 588171	398,6	13	0 ^м , 0011	765,87
Сатурнъ . .	10759 ^д , 236360	377,8	10	0 ^м , 000032	1901,93
Уранъ . . .	30688 ^д , 39035	369,3	7	0 ^м , 000008	5424,57
Нептунъ . .	60181 ^д , 11316	367,2	5	0 ^м , 000003	10628,73

	Долгота восхода рашлаго угла (по Ливерпулю, эпоха—1850 г.).	Долгота перигелия (по Ливерпулю, эпоха—1850 г.).	Средн. дог. до 1 янв. 1850 г. въ средн. положеніи (по Ливерпулю).	Эксцентриситетъ.	Наклоненіе орбиты планетъ къ земной орбитѣ.
Меркурій . . .	46°33'9"	75°7'14"	327°15'20"	0,2056048	7°0'8"
Венера . . .	75°19'52"	129°27'15"	245°33'15"	0,0068433	3°23'35"
Земля—Луна . .	0°0'0"	100°21'42"	100°47'4"	0,0167711	0°0'0"
Марсъ . . .	48°23'53"	333°17'54"	83°40'31"	0,0932611	1°51'2"
Юпитеръ . . .	98°56'17"	116°54'58"	160°1'10"	0,0482519	1°18'41"
Сатурнъ . . .	112°20'53"	90°5'57"	14°52'28"	0,0560713	2°29'40"
Уранъ . . .	73°13'54"	170°50'7"	22°17'51"	0,0463414	0°46'20"
Нептунъ . . .	130°6'25"	45°59'43"	334°33'29"	0,0089646	1°47'2"

Средняя скорость
вращения
экватора
на 0,6

136 км/сек

Средняя скорость
вращения
экватора
на 13,6 км/сек

Сред. диаметръ планеты
939/338,000,000 мтр. Радиусъ планеты
155/160,000,000 мтр.

„Вселенная“. Николай Морозов.

29000 мр
1/3
1/6000
1/16000

а скорость
экватора
на 13,6 км/сек

а скорость
экватора
на 13,6 км/сек

Таблица V.

Астрономическія константы планетъ (окончаніе).

	Экваторіальн. услов. діам. на разстояніи астроном. единицы.	Средній діам. при діаметрѣ Земли=1.	Экватор. діам. при діаметрѣ в ѣм. леметрахъ.	Объемъ при объемѣ Земли=1.	Астрономическія „массы“.	
					При Солнцѣ=1.	При Землѣ=1.
Меркурій	6"61	0,373	4800	0,052	1/9700000	0,05
Венера	17"55	0,999	12700	0,975	1/414000	0,78
Земля	17"72	1.	12756	1.	1/329390	1.
Луна	4"83	0,273	3482	0,020	1/25858000	0,013
Марсъ	9"35	0,528	6700	0,147	1/3093500	0,11
Юпитеръ	196"00	11,061	141000	1279,412	1/1047	310
Сатурнъ	164"77	9,299	120000	718,883	1/3500	93.
Уранъ	75"02	4,234	53000	69,237	1/24000	14.
Нептунъ	67"29	3,798	48500	54,955	1/19800	17.

	Астрономическія плотности.		Время вращенія на оси.	Число спутниковъ.	Нклоненіе экватора къ орбитѣ.	Интенсивность солнечн. свѣта.	Альbedo.
	При Землѣ=1.	При Солнцѣ=1.					
Меркурій	1,2?	6,45	88°?	0	2	6 1/4	0,13
Венера	0,8?	4,44	23 ч. 21 м. ?	0	350?	2	0,65
Земля	1	5,50	23 ч. 56 м. 4 с.	Двойная планета.	23°27'	1	0,40?
Луна	0,615	3,38	27 ч. 7 м. 43 с. 11 м.		1°5'	1	0,16
Марсъ	0,711	3,91	24 ч. 37 м. 23 с.	2	24°52'	1/2	0,26
Юпитеръ	0,242	1,33	9 ч. 55 м. 37 с.	8	3°4'	1/27	0,62
Сатурнъ	0,128	0,70	10 ч. 14 м. 24 с.	9	26°49'	1/90	0,50
Уранъ	0,195	1,07	12 ч. ?	4	98°?	1/368	0,63
Нептунъ	0,300	1,65	?	1	122°?	1/900	0,65

	Тяжесть на экваторѣ.	Видимый съ Земли угловой діаметръ.	Сжатіе у полюсовъ.	Среднее угловое суточное движеніе.
Меркурій	0,44	отъ 13" до 4"5	не замѣтн.	14732"4194
Венера	0,80	" 1'5" " 10"	не замѣтн.	5767"6698
Земля	1.	180°	1/273	3548"1927
Луна	0,17	" 33'31" " 29'22"	не замѣтн.	(13°06'49"3)
Марсъ	0,38	" 26" " 4"	1/10	1886"5184
Юпитеръ	2,26	" 51" " 31"	1/10	299"1284
Сатурнъ	0,89	" 20" " 15"	1/12	120"4547
Уранъ	0,75	" 5" " 4"	?	42"2310
Нептунъ	1,14	" 2"7 " 2"4	?	21"5350

Подобно тому какъ и у насъ, континенты на Марсѣ тоже сосредоточены главнымъ образомъ на сѣверномъ полушаріи, а моря—на южномъ, и это заставляетъ подозрѣвать общую космическую причину такого размѣщенія. Дѣйствительно, вода двухъ единственныхъ планетъ, на которыхъ намъ извѣстно ея распредѣленіе, обнаруживаетъ стремленіе переливаться на такую ихъ половину, которая въ настоящее время обращена къ созвѣздію Южнаго Креста, гдѣ находится гигантское темное пятно Млечнаго пути, а твердыя ядра обѣихъ планетъ какъ бы отвлечены къ тому огромному скопленію телескопическихъ звѣздъ, которое лежитъ между Кассіопеей и Лебедемъ. Правда, мы пока не видимъ причины, почему первая область Млечнаго пути должна преимущественно притягивать къ себѣ воду планетъ, а вторая—ихъ сушу, и такимъ образомъ вызывать на Землѣ, Марсѣ, а съ ними и другихъ сосѣднихъ съ нами свѣтилахъ статическій приливъ на южныхъ полушаріяхъ. Но это еще не значитъ, что такой причины нѣтъ и не слѣдуетъ ея искать. Если же она дѣйствительно существуетъ, то послѣдствія ея чрезвычайно важны. Несомнѣнно, что наше Солнце вмѣстѣ съ окружающими его звѣздными роями обращается по гигантской орбитѣ около Великаго центра тяготѣнія всѣхъ видимыхъ нами звѣздъ и, кромѣ того, можетъ быть еще и вокругъ частнаго центра тяготѣнія своего звѣднаго облака. Если этотъ центръ находится за созвѣздіемъ Южнаго Креста или между созвѣздіями Лебеда и Кассіопеей, то Земля и Марсъ окажутся обращенными къ нему своими южными полюсами лишь на одной половинѣ своихъ Великихъ орбитъ, а на другой, наоборотъ—сѣверными. Тогда (если притяженіе Великаго центра до нѣкоторой степени избирательное) ихъ океаны должны будутъ періодически переливаться съ одного полушарія на другое и этимъ вызывать поочередныя колебанія климатовъ на томъ и другомъ полушаріи планеты, слѣды чего мы и видимъ на Землѣ, гдѣ ледниковые періоды въ современныхъ холодныхъ странахъ смѣ-

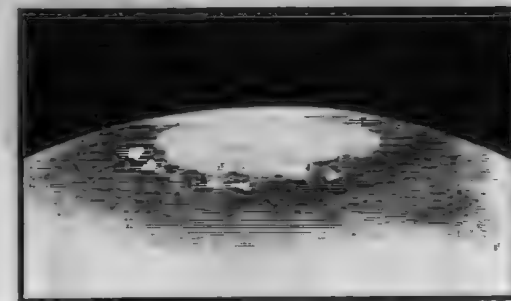
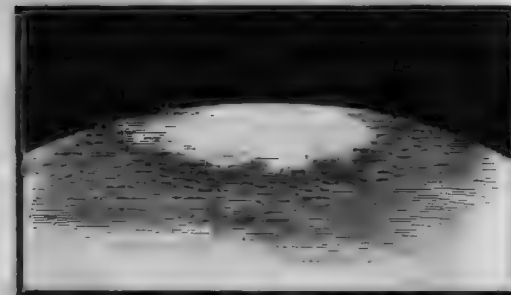


Рис. 346. Верхній рисунокъ: южный полюсъ Марса 9 апр. 1890 г. до выпаденія на немъ снѣга. Нижній рисунокъ: тоже 10 апр. 1890 г. послѣ выпаденія снѣга (сильно увеличенныя фотографіи).

нялись періодами почти тропической растительности. Еще болѣе того, перемѣщеніе теплоты съ одного полушарія на другое можетъ обуславливаться невидимыми для нашего глаза и неощутимыми для нашихъ современныхъ инструментовъ высокими гаммами лучистой энергіи Великаго центра (см. далѣе табл. VI).

Отдаленность Марса и плохія условія видимости его деталей въ нашихъ цивилизованныхъ странахъ не позволяютъ намъ судить

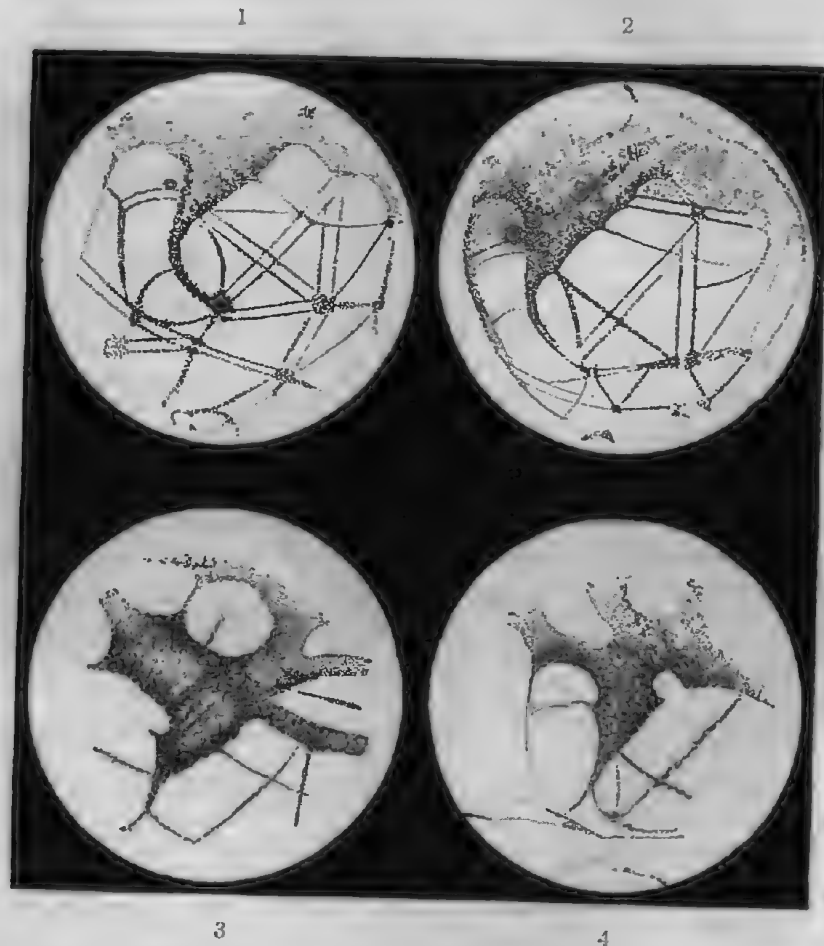


Рис. 347. Море Песочныхъ часовъ (Syrtis Major) на Марсѣ. 1) Рисунокъ Скиапарелли 2 іюня 1888 г. 2) Тоже 20 іюня 1890 г. 3) Рисунокъ Лоуэлля октябрь 1890 г. 4) Рисунокъ Филиппа 3 октября 1896 г.

о томъ, оканчиваются ли его континенты тоже остріями къ югу, какъ на Землѣ, но во всякомъ случаѣ у него это слабѣе выражено. Причиной такой неясности является, прежде всего, меньшее количество морей на его поверхности. Въ то время какъ у насъ океанъ покрываетъ три четверти современной земной коры, на Марсѣ, наоборотъ, двѣ трети ея покрыты сушей. Это именно и соотвѣт-

ствуетъ его болѣе старшему возрасту, такъ какъ можно принять за правило, что океаны всѣхъ свѣтилъ постоянно просачиваются въ глубину, сквозь ихъ дно, и тратятся тамъ на метаморфозы твердыхъ горныхъ породъ, и что планета, далѣе отстоящая отъ центра своего вращенія, ранѣе и отдѣлилась отъ него.

Въ настоящее время все яснѣе и яснѣе вырисовывается, что небесныя свѣтила — космическіе индивидуумы, обязательно проходящіе черезъ тѣ же самыя стадіи развитія по общимъ законамъ своей эволюціи. Вотъ почему и на внутренность ихъ мы должны смотрѣть съ точки зрѣнія результатовъ новѣйшихъ изслѣдованій относительно внутренности Земли. Въ примѣненіи къ Марсу это значитъ, что и онъ, какъ Земля, долженъ былъ отвердѣвать, начиная съ центра, и что и изъ его первоначальной атмосферы должны были осаждаться сначала самыя тугоплавкія вещества, а на ихъ основѣ уже цѣлый рядъ другихъ, все болѣе и болѣе легкоплавкихъ и сложныхъ, при чемъ каждое вещество переходило въ извѣстный періодъ черезъ стадію жидкаго состоянія и при своемъ достаточно большомъ количествѣ временно создавало изъ себя озера, моря или цѣлые океаны, а затѣмъ, при дальнѣйшемъ пониженіи температуры, метаморфизировало своимъ возникавшимъ химизмомъ породы, составлявшія его дно. Почти несомнѣнно, что и на Марсѣ мы видимъ теперь именно водный океанъ, такъ какъ по результатамъ спектральнаго анализа его нельзя считать никакимъ другимъ. Но этотъ океанъ уже почти завершилъ свою внутреннюю химическую работу, и потому на поверхности планеты осталась въ настоящее время лишь ничтожная часть первоначально образовавшейся воды. Съ такой точки зрѣнія и горообразующіе процессы тамъ должны почти закончиться, и отъ первоначальныхъ высокихъ хребтовъ, тѣни которыхъ мы можемъ разсматривать при квадратурахъ Марса, сохранились, по всей вѣроятности, лишь размытые осѣвшіе остатки.

Вмѣстѣ съ тѣмъ и вулканизмъ долженъ тамъ, по всей вѣроятности, совершенно или почти совершенно прекратиться. Это — міръ въ періодѣ сравнительнаго отдыха и успокоенія, міръ почти безъ бурь и грозъ, а потому и нѣтъ ничего болѣе неудачнаго, какъ придуманное древними его воинственное названіе.

Моря Марса различаются другъ отъ друга не только по формѣ, но и по интенсивности темнаго цвѣта, вѣроятно соотвѣтствующаго ихъ глубинѣ. Они занимаютъ нѣсколько болѣшую площадь, чѣмъ намъ кажется при наблюденіи въ трубы, потому что самыхъ мелко-водныхъ изъ нихъ мы не можемъ видѣть. Я уже упоминалъ выше что даже съ высоты 3—4 километровъ, на воздушныхъ шарахъ, часто не видно воды въ неглубокихъ озерахъ, а только какъ бы сухое ихъ дно, хотя бы глубина такихъ озеръ и достигала до 2—3 метровъ. При очень чистой и прозрачной водѣ и при еще большей высотѣ наблюдателя такой результатъ можетъ получиться и при нѣсколькихъ десяткахъ метровъ глубины, т.-е. мы можемъ принять за сушу значительные внутренніе бассейны и широкія прибрежныя

пространства обычно тихого Марса, цѣликомъ залитыя водой. Въ другое же время, когда по климатическимъ обстоятельствамъ вода его дѣлается мутнѣе, тѣ же самыя мѣстности кажутся намъ уже темными. Благодаря такимъ причинамъ, мы и не видимъ рѣзкихъ границъ между морями и континентами Марса, и во многихъ случаяхъ вдругъ кажется, какъ будто вода на немъ въ нѣсколько дней залила цѣлыя области, между тѣмъ какъ на дѣлѣ здѣсь имѣло мѣсто лишь загрязненіе пронесшимся вѣтромъ прежде прозрачной и потому невидимой для насъ воды.

Наиболѣе типичнымъ изъ морей Марса является его Южный океанъ (Mare australe), на которомъ находятся огромные острова Тиле-первый и Тиле-второй, Эллада и двѣ Аргиреи. Сѣвернѣе Тиле въ континентальной области косвенно лежатъ три средиземныхъ моря: Тирренское, Киммерійское и Сиренское. Къ востоку отъ нихъ находится оригинальная, почти совершенно круглая страна, по срединѣ которой помѣщено совсѣмъ круглое озеро, называемое озеромъ Солнца ((Lacus Solis) или „Глазомъ Марса“, благодаря своему оригинальному виду (рис. 348). По другую сторону этого глаза идутъ острые заливы: Аврора, Сабейскій и самый обширный изъ всѣхъ—Большой Сыртъ (Syrtis major), оканчивающіеся, кромѣ того, длиннымъ рукавомъ Нилосыртомъ. Далѣе къ сѣверу мы уже не находимъ такихъ связанныхъ съ Южнымъ океаномъ морей, а только отдѣльные водные бассейны, называемые внутренними морями, озерами или оазисами. Таково Нильское озеро (Lacus Niliacus), Пропонтида, Харонтовъ перекрестокъ (Trivium Charontis) и т. д. Почти всѣ они замѣчательны тѣмъ, что около нихъ, при особенно благоприятныхъ атмосферическихъ условіяхъ данной мѣстности Марса и при очень хорошихъ астрономическихъ трубахъ, можно иногда видѣть привычнымъ глазомъ то одну, то нѣсколько прямыхъ темноватыхъ линий, идущихъ отъ нихъ лучами и называемыхъ каналами Марса. Обыкновенно онѣ исчезаютъ скорѣе послѣ появленія, а взамѣнъ ихъ дѣлаются видными одна или нѣсколько другихъ такихъ же линий въ мѣстахъ, гдѣ атмосфера Марса становится особенно чистой. Однако, каждую изъ главныхъ видали не разъ подолгу на своемъ мѣстѣ и такимъ образомъ получили возможность составить вышеприведенную карту (рис. 348).

По своему расположенію и формѣ лучистыя линіи Марса имѣютъ видъ искусственныхъ сооружений и притомъ вполнѣ цѣлесообразныхъ. Они всегда соединяютъ его внутренніе водные бассейны между собою или съ морями Южнаго океана совершенно такъ же, какъ соединили бы ихъ и мы, если бѣ жили на Марсѣ и обладали очень могучими землекопательными машинами или цивилизаціей, продолжающейся сотни тысячъ лѣтъ. Всѣ попытки объяснить ихъ оптическимъ обманомъ потерпѣли фіаско, такъ какъ нѣкоторые изъ каналовъ Марса удалось въ его послѣднее противостояніе даже сфотографировать. Точно такъ же не выдерживаютъ критики и попытки объяснить ихъ дѣйствіемъ неорганической природы, въ родѣ образованія трещинъ въ марсіанской высохшей поверхности, такъ какъ уже са-

мый фактъ видимости для насъ показываетъ, что ихъ ширина не можетъ быть менѣе тридцати километровъ, а это совсѣмъ не соотвѣт-

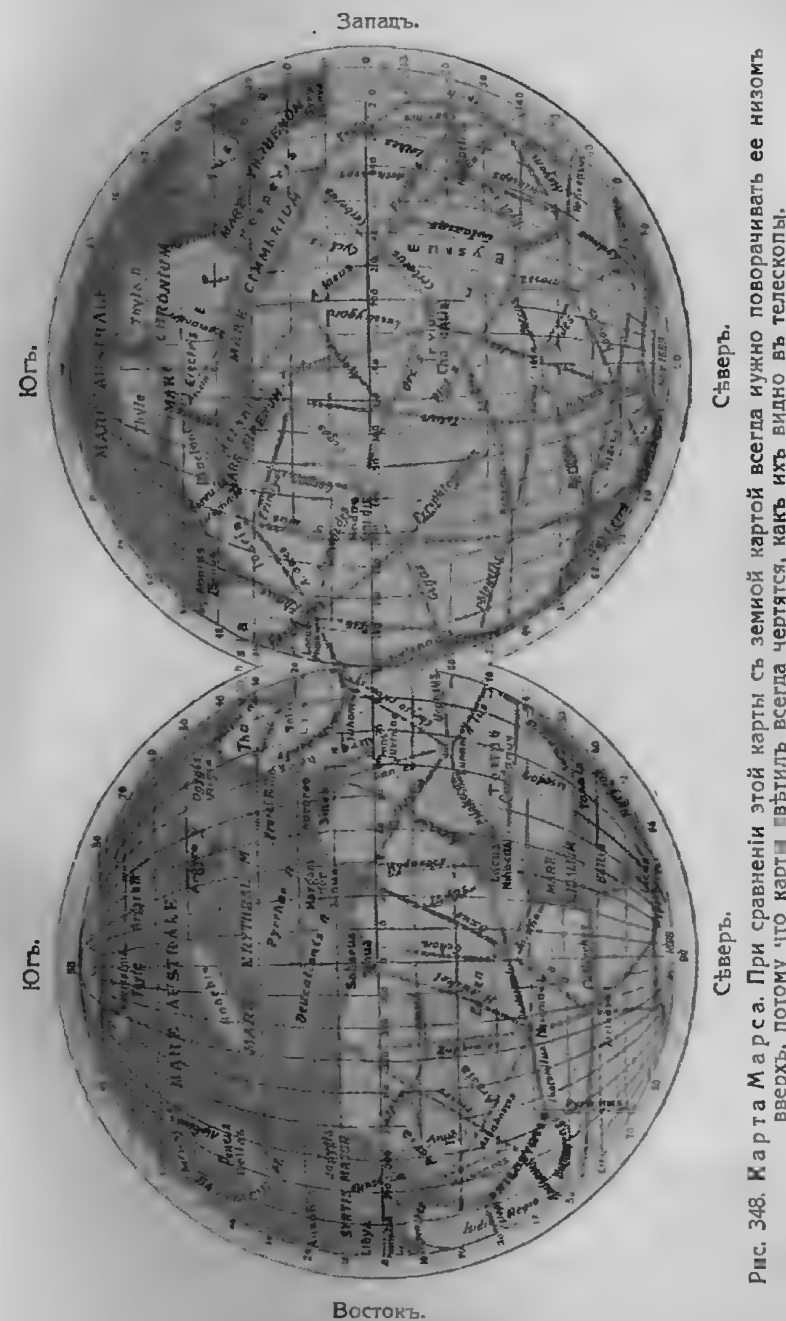


Рис. 348. Карта Марса. При сравненіи этой карты съ земной картой всегда южно поворачивать ее низомъ вверхъ, потому что карта вѣтилъ всегда чертятся, какъ ихъ видно въ телескопы.

ствуетъ физическимъ условіямъ образованія трещинъ. Точно такъ же трудно объяснить ихъ и метеоритной гипотезой. На безъ-атмосферной или рѣдко-атмосферной Лунѣ лучистые разбросы около цирковъ Тихо,

Кеплера, Коперника и т. д. могут долго держаться только благодаря отсутствию атмосферических осадков. У Марса же снѣговой покровъ по очереди прикрываетъ почти цѣликомъ то одно, то другое полушаріе. Въ весеннее время на нихъ наблюдаются мощные разливы водъ отъ тающихъ снѣговъ, при чемъ параллельно каналамъ помутняются на разстояніи нѣсколькихъ сотъ километровъ и другіе, какъ бы вспомогательные, которые потомъ исчезаютъ или вновь дѣлаются прозрачными. Ширина ихъ, достигающая иногда сотенъ километровъ, привела Лоуэлла къ заключенію, что на самомъ дѣлѣ въ нихъ мы видимъ полосы растительности, окаймляющія дѣйствительные каналы, текущіе по ихъ срединѣ, и что остальные желтые и оранжевыя области континентовъ Марса суть безводныя пустыни, образовавшіяся вслѣдствіе сухости его атмосферы.

Съ предположеніемъ Лоуэлла о пустыняхъ трудно согласиться, такъ какъ органическая жизнь на Марсѣ уже давно выработала бы у мѣстныхъ животныхъ и растений особые органы для поглощенія влаги прямо изъ атмосферы, чего на Землѣ до сихъ поръ не произошло исключительно потому, что пустыни на ея поверхности—явленія очень недавняго геологическаго времени. Вотъ почему приходится предполагать, какъ дѣлаютъ теперь многіе, что и самъ желтый цвѣтъ континентовъ Марса происходитъ отъ растительности. Это очень вѣроятно потому, что хлорофиллъ и у нашихъ растений содержитъ въ себѣ существенную желтую составную часть — ксантофиллъ, который и придаетъ охваченнымъ осенними морозами листьямъ ихъ характерные красные и желтые цвѣта.

На Марсѣ же температура должна быть значительно холоднѣе, чѣмъ на Землѣ. Его сутки немного длиннѣе нашихъ ($24^{\circ} 37^{\circ} 23^{\circ}$), но поверхность Солнца отсюда кажется вдвое меньшей, чѣмъ у насъ съ Земли, а потому и константа солнечной радіаціи тамъ вдвое менѣе. По старинному предрасудку, допускающему возможность безвозвратнаго излученія теплоты планеты въ „пространство“ или въ „эфиръ“, поверхность Марса должна бы уже давно охладиться до температуры, близкой къ минусу 80° , а его вода превратиться въ ледъ. Но мы показали въ предыдущемъ, что передача теплоты въ пространство противорѣчитъ закону сохраненія энергіи. Она переходитъ только отъ тѣлъ, способныхъ нагрѣваться, къ другимъ тѣламъ, тоже способнымъ нагрѣваться, а не къ діакалорическому эфиру. На Землѣ по ночамъ теплота главнымъ образомъ излучается нижними слоями атмосферы въ верхніе, сильно охладившіеся отъ разрѣженія восходящихъ потоковъ воздуха, а кромѣ того, въ извѣстной степени, уходитъ и къ носящимся въ пространствѣ охлажденнымъ метеоритамъ и космической пыли. На Марсѣ, гдѣ атмосфера прозрачнѣе, адиабатическое сосредоточеніе теплоты въ нижнихъ слояхъ путемъ восходящихъ и нисходящихъ теченій воздуха можетъ быть несравненно сильнѣе, чѣмъ на Землѣ. Если тамъ верхніе слои могутъ охладиться почти до абсолютнаго нуля, то нижній слой получить половину теплоты всей находящейся надъ нимъ толщи атмосферы и,

слѣдовательно, нагрѣется пропорціально выше, чѣмъ это имѣетъ мѣсто у насъ на Землѣ. Кромѣ того, альбеда (бѣлизна) Марса очень мало, только 0,26 по Цельнеру, а потому и тепловое дѣйствіе солнечныхъ лучей на немъ сильнѣе, чѣмъ на другихъ атмосферныхъ планетахъ.

Только этимъ обстоятельствомъ и можно, мнѣ кажется, объяснить, что вода на Марсѣ до сихъ поръ не оледенѣла цѣликомъ. Въ противномъ случаѣ пришлось бы признать, что его моря и снѣга состоятъ изъ какихъ-то новыхъ химическихъ элементовъ, а это не подтверждается спектральнымъ анализомъ, указывающимъ присутствіе неизвѣстныхъ намъ веществъ только въ атмосферахъ большихъ надъ-астероидныхъ планетъ: Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. Значитъ, условія органической жизни на современной поверхности Марса являются приблизительно одинаковыми съ условіями на Землѣ, а слѣдовательно, если жизнь тамъ существуетъ, то она должна быть того же вещественнаго состава, какъ и у насъ, т.е. въ основѣ ея должны лежать углеводороды и бѣлки, а не ихъ химическія аналоги, составленные изъ иныхъ элементовъ.

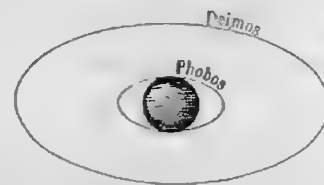


Рис. 349. Спутники Марса.

Ночи Марса освѣщаются двумя маленькими спутниками — его дѣтьми, но свѣтъ ихъ ни въ какомъ случаѣ не можетъ сравниться со свѣтомъ нашей Луны. Они кажутся съ Марса лишь двумя исключительно большими и подвижными звѣздами, горящими, какъ отдаленные огни маяковъ. Болѣе далекій спутникъ Деймосъ (рис. 349) кружится около Марса на разстояніи, лишь въ 6,74 раза превышающемъ экваторіальный радіусъ послѣдняго, и посылаетъ ему свѣта не болѣе $\frac{1}{1200}$ доли нашего луннаго. Онъ кажется не ярче Венеры въ ея лучшихъ положеніяхъ относительно насъ. Болѣе же близкій спутникъ, Фобосъ, находится отъ центра Марса всего въ 2,70 раза далѣе его поверхности и посылаетъ на его экваторъ $\frac{1}{60}$ долю нашего луннаго свѣта. Онъ никогда невидимъ съ частей марсіанской поверхности, лежащихъ болѣе чѣмъ на 69° къ сѣверу или югу отъ его экватора. Эксцентрицитетъ орбитъ у обоихъ спутниковъ сравнительно невеликъ: всего 0,0031 у Деймоса и 0,0217 у Фобоса, а плоскости обращенія лишь мало отклоняются отъ плоскости марсіанскаго экватора. Деймосъ облетаетъ вокругъ Марса въ $30^{\circ} 17^{\circ} 54^{\circ}$, а Фобосъ даже представляетъ совершенно исключительное явленіе во всей солнечной системѣ. Онъ мчится вокругъ центра своего тяготѣнія съ болѣе угловой скоростью, чѣмъ даже поверхность самого Марса, т.е. совершаетъ полный звѣздный оборотъ въ 4 ч. 39 м., тогда какъ поверхность Марса только въ $24^{\circ} 37^{\circ} 23^{\circ}$.

Это обстоятельство приводитъ къ оригинальному, хотя и неизбежному результату. Представьте только себѣ, что Луна обращается вокругъ центра своей орбиты съ той же самой угловой скоростью, какъ и поверхность Земли. Тогда, если вы увидите ее въ какой-ни-

будь мѣстности надъ своей головой, то она всегда и будетъ находится тамъ надъ нею, только ежемѣсячно качаясь слегка къ сѣверу и къ югу вслѣдствіе неполнаго совпаденія плоскости лунной орбиты съ плоскостью земного экватора. Если же угловая скорость обращенія Луны меньше, чѣмъ Земли, то Луна будетъ отставать отъ земной поверхности. А такъ какъ послѣдняя кружится незамѣтно для насъ отъ запада къ востоку, то намъ будетъ казаться, что отстающая отъ нашей мѣстности Луна идетъ по небесной сферѣ обратно нашему собственному кругообращенію на Землѣ, т.-е. восходить надъ нашимъ горизонтомъ на востокъ и заходить на западѣ, какъ это мы и наблюдаемъ. Но представьте, что дѣло обстоитъ какъ разъ наоборотъ, что угловая скорость Луны болѣе угловой скорости Земли, тогда она, очевидно, будетъ перегонять земную поверхность при ея движеніи отъ востока къ западу, и намъ будетъ казаться, что она восходитъ обратно всѣмъ остальнымъ небеснымъ свѣтиламъ на западѣ и заходить на востокѣ. Вотъ именно это и совершается съ исключительно яркой звѣздой марсіанскаго небосклона, Фобосомъ, который одинъ закатывается тамъ на востокѣ черезъ 11 часовъ послѣ своего восхода на западѣ. Можно себѣ представить, какъ должно было это явленіе поражать воображеніе марсіанъ въ ранній періодъ изъ духовной жизни! Если развитіе фантазіи и религіозное міровоззрѣніе, основанное, какъ наше, на астрологіи, есть необходимая фаза эволюціи всякаго возникающаго сознанія въ органическомъ мірѣ любой планеты, то мы смѣло можемъ сказать, что въ извѣстный періодъ цивилизаціи марсіанъ Фобосъ былъ у нихъ исключительнымъ божествомъ, навстрѣчу которому идутъ поклоняться всѣ остальные небожители. Это божество оказывалось вдобавокъ чрезвычайно капризнымъ и измѣнчивымъ. Благодаря тому, что въ 11 часовъ Фобосъ завершаетъ полтора цикла своихъ фазъ, онъ по временамъ восходитъ на Марсѣ узкимъ серпикомъ въ своей новолунной фазѣ въ тотъ моментъ, когда только что исчезло за горизонтомъ солнце, но, быстро повышаясь и разгораясь все сильнѣй и сильнѣй, онъ принимаетъ, менѣе чѣмъ въ 4 часа, форму маленькаго кружка діаметромъ въ десять разъ менѣе нашего луннаго, затѣмъ начинаетъ быстро убывать и заходить на востокѣ уже на своемъ ущербѣ ранѣе восхода солнца. По временамъ наступившая ночь застаетъ его уже на верху неба въ первой четверти блеска, и онъ спускается къ востоку и вступаетъ передъ своимъ закатомъ въ полную фазу, но раньше окончанія ночи онъ вновь восходитъ на западѣ въ періодѣ своего полнолунія и т. д. и т. д. Каждая новая сутки онъ мѣняетъ свои появленія и фазы и разнообразить этимъ до безконечности темныя, почти безоблачныя и яркозвѣздныя марсіанскія ночи съ тѣми же самыми созвѣздіями, которыя видимъ и мы съ нашей Земли.



3. Венера и Меркурій.

Мы разсмотрѣли теперь уже три подъ-астероидныя планетки— Луну съ Землей и Марса—и нашли много общаго у послѣдняго съ обитаемой нами планетой. Но если Марсъ является старшимъ братомъ нашей Земли, то Венера оказывается ея младшей сестрой, а Меркурій, ближайшая къ Солнцу планета,—самымъ юнымъ изъ всѣхъ его современныхъ дѣтей. Въ древности Венеру называли Утренней и Вечерней звѣздой и приписывали ей благотворное вліяніе на



29 апр. 1908 г. въ 19 ч. 15 м. 18 мая 1908 г. въ 19 ч. 53 м.
Рис. 350. Венера по фотографіямъ Кениссе въ Жювизи. (Journ. Soc. Astr. de France, 1908, p. 364).

земныя событія. Меркурій носилъ иногда имя Темнаго Коня по причинѣ своей рѣдкой видимости, и ему приписывали покровительство торговымъ людямъ и большое вліяніе на рыночныя цѣны земныхъ продуктовъ. Алхимики утверждали, что Меркурій сдѣланъ изъ ртути, а Венера изъ серебра. Но и это старинное представленіе ушло въ область преданій, и мы займемся обѣими планетками только какъ двумя близкими къ намъ небесными свѣтилами.

Разсмотримъ прежде всего Венеру и притомъ лишь съ физической точки зрѣнія, такъ какъ все касающееся ея движенія вокругъ Солнца уже дано въ таблицѣ IV. Ея діаметръ почти такой же, какъ и у Земли, плотность почти та же, и тяжесть на ея поверхности достигаетъ $\frac{1}{8}$ нашей земной. Значитъ, и геологическое ея строеніе близко къ строенію Земли. Она должна состоять изъ такихъ же концентрически налегающихъ другъ на друга твердыхъ слоевъ, а самыя послѣдніе изъ сгустившихся газовъ ея предыдущей атмосферы тоже могутъ быть теперь морями и океанами, похожими на тѣ, которые существовали на Землѣ въ палеозойскій періодъ ея космической жизни.

Поверхность Венеры получает от Солнца вдвое больше лучистой теплоты, чѣмъ наша Земля. Однако, благодаря сильной облачности ея атмосферы, она поглощаетъ не болѣе 35%, падающихъ на нее тепловыхъ лучей, а остальные 65% отражаетъ обратно въ окружающее поле солнечной радіаціи. Ея атмосфера достигаетъ огромной высоты и превосходитъ нашу земную не менѣе, чѣмъ вдвое. Рефракція этой оболочки такъ велика, что при вступленіи на дискъ Солнца, когда чернѣйшій кружокъ Венеры еще наполовину находится снаружи, его внѣшній контуръ можно прослѣдить по узкому колечку преломленныхъ и направившихся къ намъ солнечныхъ лучей.

Ось ея вращенія почти перпендикулярна къ плоскости ея орбиты, и потому ея полярныя области, несмотря на близость къ Солнцу, могутъ быть покрыты вѣчнымъ снѣгомъ (рис. 251, 352 и 353). Это и наблюдается даже въ посредственные изъ нашихъ телескоповъ при благопріятныхъ условіяхъ. Бѣлый облачный покровъ Венеры такъ густъ и повсемѣстенъ, что до сихъ поръ не могли замѣтить на ея дискѣ ни одного постоянного пятна, ни одной постоянной отмѣтки. Многие писали о притупленіяхъ ея роговъ, о неправильностяхъ ея терминатора, т.-е. границы освѣщенной и неосвѣщенной ея части, такъ какъ Венера представляетъ намъ такія же фазы, какъ и Луна, и даже лучше всего бываетъ видима, когда имѣетъ форму неширокаго серпа (рис. 352). Но все, что могли установить до сихъ поръ, какъ достоверное, это—два бѣлыхъ пятна на верхнемъ и нижнемъ краѣ ея роговъ, которые соотвѣтствуютъ оси ея вращенія. Въ томъ, что они состоятъ изъ снѣговъ, трудно сомнѣваться, такъ какъ спектръ Венеры показываетъ присутствіе на ней водяного газа, тогда какъ остальные составныя части должны быть одинаковы съ нашими земными, потому что спектроскопъ не обнаруживаетъ на Венерѣ никакихъ другихъ линій поглощенія, кромѣ земныхъ.

Каково время обращенія Венеры вокругъ ея оси, т.-е. длина ея дня и ночи? Старинные астрономы, наблюдая Венеру подѣляя рядъ нѣсколькихъ вечеровъ или утръ (такъ какъ въ иное время ее нельзя хорошо видѣть), замѣтили, что нѣкоторыя зазубринки на ея терминаторѣ держатся въ тѣхъ же его мѣстахъ въ продолженіе многихъ наблюденій, и потому рѣшили, что время вращенія Венеры почти то же самое, какъ и Земли. Только при такомъ условіи она и могла бы показывать намъ черезъ каждыя сутки тѣ же самыя свои мѣстности. Но подобное обстоятельство, конечно, допускало и другое рѣшеніе, именно, что Венера обращается вокругъ своей оси чрезвычайно медленно и совершаетъ, какъ Луна, только одно вращеніе во время каждаго полнаго оборота на своей орбитѣ. Эту мысль впервые высказалъ Скиапарелли, и, благодаря его авторитету, она была принята многими изъ позднѣйшихъ астрономовъ. Только въ послѣднее время, послѣ тщательныхъ спектроскопическихъ изслѣдованій Бѣлопольскаго въ Пулковской обсерваторіи и др., стали вновь возвра-

щаться къ прежнимъ представленіямъ о короткомъ періодѣ вращенія Венеры. Но если бы даже и не было спектральныхъ наблюденій, то все же мнѣніе Скиапарелли совершенно опровергается присутствіемъ снѣговыхъ шапокъ на обоихъ полюсахъ Венеры. Вѣдь



Рис. 351. Видъ Венеры въ 1906 г., по снимкамъ Бальде въ обсерваторіи Франц. астр. общества (Journ. Soc. Astr. de France, 1906, p. 57).

если бы она все время была обращена къ Солнцу одной и той же стороною, а другая сторона была въ тѣни, то не было бы никакой

разницы между ея полярными и экваторіальными областями. Та область, гдѣ Солнце всегда въ зенитѣ, была бы самой тропической, затѣмъ, по мѣрѣ приближенія къ концамъ освѣщенной части, т.-е. къ постоянному терминатору Венеры, температура постепенно понижалась бы и на всемъ терминаторѣ была бы равномерной, не отмѣчая ничѣмъ особеннымъ полярныхъ странъ. Осадки на полюсахъ могутъ возникать только у планетъ, постепенно подводящихъ подъ источникъ нагрѣванія всѣ свои боковыя части, кромѣ полюсовъ, а потому и вопросъ о возможности совпаденія времени вращенія Венеры съ временемъ ея обращенія вокругъ Солнца долженъ быть оставленъ, какъ простое недоразумѣніе, до тѣхъ поръ, пока полярныя бѣлыя шапки Венеры не будутъ признаны за оптической обманъ, на что трудно разсчитывать.

Сильная облачность ея атмосферы, ея полярные снѣга и присутствіе водяного газа показываютъ, что океаны на ней развиты очень сильно и состоятъ, повидимому, какъ и на Землѣ, изъ воды. Въ такомъ случаѣ, и метаморфизирующие процессы въ ея послѣдней геологической одеждѣ должны на ней происходить во всей своей силѣ, и вмѣстѣ съ тѣмъ должна бушевать могучая вулканическая дѣятельность. Не этому ли обстоятельству приходится приписать и часто наблюдаемое свѣщеніе темной части диска Венеры, напоминающее пепельный свѣтъ на нашей Лунѣ, хотя Венера и не имѣетъ спутника, который могъ бы освѣщать ея вѣчно темныя, беззвѣздныя, облачныя ночи? Не съ нея ли летятъ теперь къ намъ и метеориты, какъ результаты непомѣрно сильныхъ вулканическихъ изверженій?

Нѣкоторые приписывали собственный свѣтъ Венеры полярнымъ сіяніямъ, но равномерность его распредѣленія и отсутствіе мерцаній какъ будто противорѣчатъ такому предположенію. Вотъ почему, если онъ не является простымъ отраженіемъ въ ея сплошныхъ облакахъ огня греющихся подъ ними вулкановъ, то его скорѣе можно было бы приписать фосфоресценціи облаковъ, тоже несовмѣстимой съ вѣчной ночью на этой части.

Отсюда ясно, что Венера по своему физическому строенію является чрезвычайно похожей на нашу Землю въ палеозойскій періодъ ея эволюціи. Повидимому, она еще только вступаетъ въ ту фазу планетологическаго развитія, которая пышно расцвѣтаетъ теперь на Землѣ и, можетъ быть, уже клонится къ упадку на Марсѣ.

Совсѣмъ другое представляетъ собою Меркурій. Правда, условія его видимости очень плохи. Простымъ глазомъ его можно наблюдать въ нашихъ сѣверныхъ странахъ лишь въ исключительно рѣдкихъ случаяхъ. Онъ всегда тонетъ въ лучахъ вечерней или утренней зари, восходитъ въ лучшихъ случаяхъ не болѣе какъ за полтора или за два часа до восхода Солнца и заходитъ черезъ столько же времени послѣ солнечнаго заката. Наблюдать его въ телескопъ лучше всего

днемъ, но видѣть на немъ все же почти ничего не приходится даже въ лучшіе изъ нашихъ современныхъ инструментовъ. Только Скіапа-



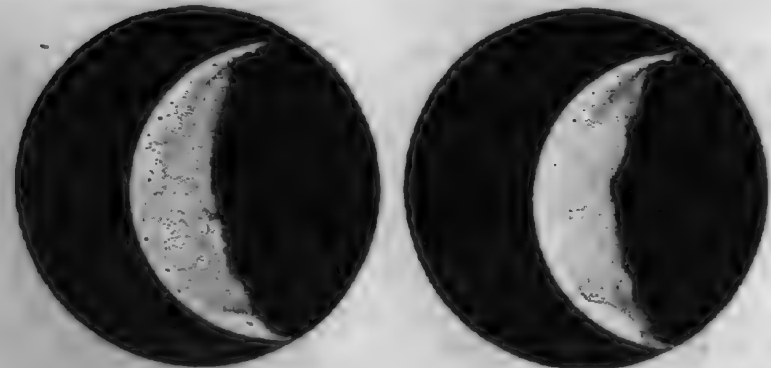
18 мая, 6 ч.

18 мая, 7 ч.



18 мая, 8 ч.

20 мая, 8 ч.



27 мая, 8 ч.

28 мая, 7 ч. 45 м

Рис. 352. Последовательные виды Венеры въ 1908 г., по рисункамъ Гастона Гоз. (Journ. Soc. Astr., 1908, p. 544—545).

релли нашелъ на его слегка розовой поверхности нѣсколько едва различимыхъ буроватыхъ полосокъ, по которымъ и заключилъ, что

Меркурій вращается вокруг своей оси въ то же самое время, какъ обращается вокругъ Солнца. Въ случаѣ перпендикулярнаго положенія оси вращенія, онъ долженъ при такихъ условіяхъ подставлять Солнцу всегда только одну свою сторону, гдѣ должны усиленно господствовать явленія, обуславливаемая испареніемъ всѣхъ веществъ, летучихъ при данной температурѣ, а другая сторона должна являться холодильникомъ, на которомъ эти вещества осаждаются. Въ такомъ случаѣ, планета должна принять яйцевидную форму съ большою осью, обращенной всегда къ Солнцу, и строеніе ея должно быть концентрически неоднородно. Центръ тяжести долженъ быть внутри его кажущейся орбиты. Близость же самой планеты къ Солнцу должна, помимо всего остального, вызывать на Меркуріи два большіхъ статическихъ прилива. Одинъ, направлень къ центру его орбиты и подвергается сильному испаренію, такъ какъ даже въ своемъ афеліи онъ получаетъ отъ Солнца вчетверо болѣе теплоты, чѣмъ Земля (а въ перигеліи даже въ 9 разъ). Другой приливъ направлень въ противоположную сторону и долженъ быть уже оледѣвшимъ.

Такова картина физическаго строенія Меркурія, въ предположеніи, что онъ вращается вокругъ оси, перпендикулярной къ своей орбитѣ и въ тотъ же самый періодъ 87,97 земныхъ сутокъ, въ какой и обращается.

Однако, есть ли серьезныя данныя въ подтвержденіе подобнаго мнѣнія? Мы этого не находимъ. Меркурій лишь немного больше Луны (рис. 354). Его экваторіальный діаметръ равенъ 0,36 земного, а у Луны 0,27. Ближайшее же разстояніе, на которомъ мы можемъ наблюдать эту планету, въ 238 разъ болѣе луннаго, а слѣдовательно, малѣйшій предметъ, который мы можемъ различить на Меркуріи при лучшихъ условіяхъ и сильнѣйшихъ телескопахъ, долженъ быть не менѣе пятидесяти километровъ въ ширину. А пятьдесятъ километровъ для маленькаго Меркурія очень большая величина! Если у насъ не можетъ быть полной увѣренности въ отсутствіи атмосферы даже на Лунѣ, лишь на одномъ томъ основаніи, что мы никакой атмосферы на ней не видимъ, то насколько же менѣе мы можемъ сказать это относительно Меркурія? Мы можемъ утверждать лишь, что его газовая оболочка очень прозрачна, такъ какъ альbedo Меркурія самое малое среди всѣхъ планетъ. Оно выражается дробью 0,13 по Цѣльнеру, тогда какъ даже у безоблачнаго Марса оно равно 0,26, т.-е. процентъ отраженныхъ лучей у Марса вдвое болѣе, чѣмъ



29 mai, 8h45

Рис. 353. Венера, по снимку Гастона Гоз, 29 мая 1908 г.

у Меркурія (альbedo нашихъ облаковъ 0,72), этого поистинѣ „темнаго коня небесъ“. Когда Насмиту въ 1878 г. пришлось однажды видѣть одновременно сильно сблизившихся Меркурія и Венеру, въ тотъ же самый телескопъ, то Венера показалась ему блестящей, какъ полированное серебро, а Меркурій былъ подобенъ сѣроватому цинку, несмотря на то, что получалъ отъ Солнца въ $3\frac{1}{4}$ раза болѣе свѣта, чѣмъ его сосѣдка. Значитъ, онъ на самомъ дѣлѣ очень темень, въ родѣ сѣраго гранита. Такой темный цвѣтъ именно и было бы легче всего объяснить сильнымъ поглощеніемъ солнечныхъ лучей въ глубокой и безоблачной газовой оболочкѣ и въ океанѣ какой-либо мало летучей жидкости. На атмосферу Меркурія намекаетъ и спектральный анализъ, показывающій на немъ признаки водяного газа, а также и появленіе на его поверхности слабыхъ пятенъ. На

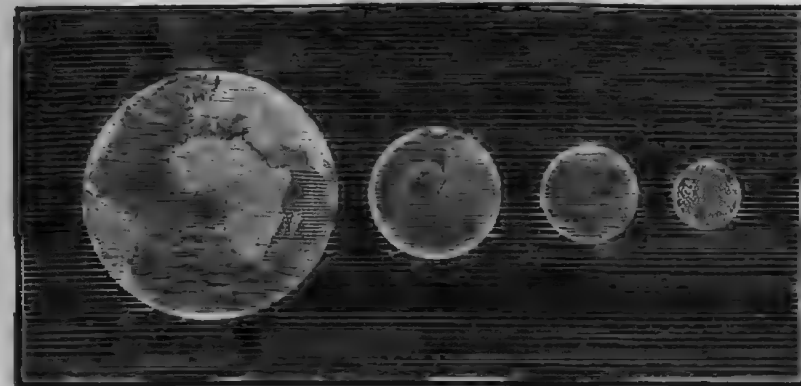


Рис. 354. Земля, Марсъ, Меркурій и Луна, въ масшт. $\frac{1}{384.000.000}$ доли дѣйствительности.

терминаторѣ Меркурія не разъ были замѣчены также и ясно видимыя неровности, обнаруживающія существованіе очень высокихъ горъ, а слѣдовательно и сильно развитую сейсмическую дѣятельность, могущую быть, какъ мы видѣли, лишь результатомъ совершающагося подъ его поверхностью метаморфоза горныхъ породъ водяными газами (такъ какъ прежнія представленія объ огненно-жидкихъ ядрахъ планетъ ушли теперь, какъ мы уже видѣли, окончательно въ область научныхъ заблужденій).

Вотъ и все существенное, что возможно рассказать о Меркуріи въ настоящее время. Въ средневѣковой литературѣ мы находимъ лишь случайныя указанія на эту планету. Первое сообщеніе о ней, халдейскаго происхожденія, относятся къ 265 г. до начала нашей эры, а первое упоминаніе въ китайской лѣтописи къ 118 г. до Р. Х. Въ астрологическій періодъ астрономіи ему приписывали крылья, какъ вѣстнику боговъ, а затѣмъ сдѣлали изъ него, наконецъ, путемъ постепенной деградации, бога врачей, торговцевъ, воровъ и шарлатановъ.

4. Планетки-пигмеи на границѣ между большими и малыми планетами солнечной системы.

Эти нѣсколько сотенъ, даже, можетъ быть, тысячъ планетокъ, кружащихся вокругъ Солнца между орбитами Марса и Юпитера, представляютъ собою одну изъ страннѣйшихъ и интереснѣйшихъ особенностей нашей солнечной системы. Прежде всего, необходимость нахождения здѣсь планеты или планетъ предугадывалась, по теоретическимъ соображеніямъ, раньше, чѣмъ онѣ были открыты. Дѣйствительно, если мы взглянемъ въ чертежъ солнечной системы (рис. 343, стр. 765) или, еще лучше, въ таблицу планетныхъ разстояній (табл. IV), то увидимъ, что орбита каждой данной планеты находится въ среднемъ въ $\sqrt{3}$ разъ дальше отъ Солнца, чѣмъ предыдущая, ближайшая къ нему. Правда, это, можетъ быть, первоначальное правило въ настоящее время сильно разрушено. Корень квадратный изъ трехъ ($\sqrt{3} = 1,7320$) выражаетъ съ точностью до сотыхъ долей только среднее отношеніе всѣхъ послѣдующихъ разстояній планетъ къ предыдущимъ (1,72), а въ отдѣльныхъ случаяхъ фактическое отношеніе колеблется между 1,8, какъ у Земли къ Венерѣ, до 2,0 какъ у Урана къ Сатурну. Однако, за предѣлы двухъ (вмѣсто $\sqrt{3} = 1,7320$) оно выходитъ, да и то слегка, лишь въ этомъ единственномъ случаѣ.

До тѣхъ поръ, пока не были открыты астероиды, разстояніе Юпитера превышало разстояніе Марса въ $3\frac{1}{3}$ раза и ненормальность такого большого промежутка прямо бросалась въ глаза уже на чертежахъ. Еще Кеплеръ обратилъ на него вниманіе, а по найденному потомъ (1772 г.) эмпирическому закону Тициуса-Боде (о которомъ мы уже говорили выше, и который, замѣтимъ, даетъ несравненно худшіе результаты, чѣмъ нашъ $\sqrt{3}$), между Марсомъ и Юпитеромъ стала прямо предугадываться многими таинственная планета, которую почему-то нельзя было видѣть ни простымъ глазомъ, ни въ трубу. Открытіе Урана, разстояніе котораго удовлетворительно соответствовало закону Боде, дало новый импульсъ къ поискамъ за-марсовой невидимки и надежду отыскать ее наконецъ. И вотъ, первый же день XIX вѣка ознаменовался, наконецъ, открытіемъ, какъ разъ на указанномъ разстояніи отъ Солнца, маленькой планетки Цереры. Это было сдѣлано итальянскимъ астрономомъ Пиацци въ Палермо 1 января 1801 г. и придало закону Боде большую популярность среди астрономовъ первой половины XIX вѣка.

Затѣмъ произошелъ цѣлый рядъ сюрпризовъ. Наблюдая въ телескопъ путь Цереры, Ольберсъ въ 1802 г. неожиданно открылъ другую проходящую мимо нея планетку, Палладу, оказавшуюся почти на томъ же самомъ разстояніи отъ Солнца, но идущей совершенно самостоятельно. Это показалось уже совершенно безпрецедентнымъ въ солнечной системѣ, гдѣ до тѣхъ поръ встрѣчались только оди-

ноя планеты съ системами своихъ собственныхъ спутниковъ. Ольберсъ, на основаніи господствовавшихъ тогда представлений объ огненножидкомъ ядрѣ планетъ и о сильныхъ давленіяхъ ихъ глубинныхъ газовъ на твердую оболочку, предположилъ, что Церера и Паллада только осколки когда-то взорвавшейся здѣсь значительной планеты. Въ мѣстѣ скрещенія плоскостей ихъ орбитъ и должна была произойти небесная катастрофа и черезъ эту же точку, рассуждалъ онъ, должны по очереди проходить и остальные осколки когда-то погибшаго свѣтила. Многие стали наблюдать указанную имъ область неба, и въ результатѣ Гардингъ открылъ въ 1804 году Юнону, а самъ Ольберсъ въ 1807 году—Весту.

Потомъ прошло цѣлыхъ 38 лѣтъ, и всѣ поиски въ указанномъ направленіи не приводили ни къ какимъ результатамъ, благодаря недостаточной подробности тогдашнихъ звѣздныхъ картъ. Только съ 1845 г., когда были закончены большіе звѣздные каталоги и карты, цѣлый рядъ изслѣдователей снова посвятилъ себя тому же предмету съ лучшими оптическими средствами, и астероиды, какъ стали называть съ тѣхъ поръ всѣ мелкія планетки между Марсомъ и Юпитеромъ, посыпались на насъ, какъ дождь падающихъ звѣздъ.

Къ прежнимъ визуальнымъ методамъ ихъ открытія присоединился новый—фотографированіе,—примѣненный впервые въ 1891 г. Максомъ Вольфомъ въ Гейдельбергѣ и принесшій уже обильную жатву, благодаря тому, что на фотографической пластинкѣ, гдѣ движущееся свѣтило выходитъ въ видѣ черточки среди точекъ—неподвижныхъ звѣздъ, его легче разыскать. Въ настоящее время число открытых астероидовъ уже достигло 700 и съ каждымъ годомъ увеличивается все болѣе и болѣе. Въ дѣйствительности они должны считаться тысячами.

Кромѣ своей многочисленности, они замѣчательны еще и другими особенностями. Ихъ орбиты страшно перепутаны между собой и часто уходятъ далеко отъ эклиптики. Такъ, Паллада отходитъ отъ нея на небесномъ сводѣ до 35 градусовъ къ сѣверу и югу, Истрія на 27, Евфрозина и Анна на 26 и т. д. Эксцентриситеты орбитъ у нихъ также часто исключительно велики. Слѣды атмосферы замѣчаются у четырехъ главнѣйшихъ присутствіемъ нѣкоторыхъ линій поглощенія въ ихъ спектрѣ. Самымъ яркимъ изъ астероидовъ является Веста, достигающая для насъ въ своихъ противостояніяхъ Солнцу 6,5 класса видимости. За нею слѣдуетъ Церера (7,4 класса), Паллада (8,0), Ирида (8,4), Геба (8,5), Евномія (8,6), Юнона (8,7), Флора и Метидя (8,9) и Амфитрида (9,0). Всѣ остальные еще миніа тюрнѣ этихъ. Вообще же, поперечники извѣстныхъ намъ астероидовъ колеблются отъ 400 километровъ до 30, меньше котораго мы уже не можемъ различить на такомъ разстояніи даже въ сильнѣйшіе изъ нашихъ телескоповъ, а потому ихъ могутъ быть и тысячи.

Ближайшій изъ нихъ, Эротъ, обращается вокругъ Солнца по орбитѣ, которая лишь въ своей афеліальной части наполовину

выходить изъ предѣловъ орбиты Марса. Въ своихъ наиболѣе выгодныхъ для насъ противостояніяхъ, повторяющихся черезъ каждыя 30 лѣтъ, онъ достигаетъ блеска звѣзды 6—7 класса видимости. Онъ вращается вокругъ своей оси въ $2\frac{1}{2}$ часа, такъ какъ въ этотъ періодъ правильно измѣняетъ свою яркость на два класса, что показываетъ также и на неоднородность строенія его поверхности. Точно такъ же у Палесы (Palès) Гольдсмитъ опредѣлилъ по переменамъ блеска вращеніе въ 24 часа, какъ у Земли. У остальныхъ астероидовъ періодическія переменны такого рода еще трудно было отмѣтить, но зато произведенъ цѣлый рядъ иныхъ интересныхъ наблюденій, напримѣръ, что бѣлизна, или, какъ выражаются въ астрофизикѣ, альbedo, оказываются у нихъ очень различными. Церера, которая по діаметру больше Весты, тускла, какъ Меркурій, а Веста достигаетъ необычной яркости 0,72 по шкалѣ Цѣльнера, что почти соответствуетъ бѣлизнѣ свѣже выпавшаго снѣга или облаковъ, разсматриваемыхъ сверху. Изъ другихъ Паллада отражаетъ солнечный свѣтъ немного слабѣе Марса, а Юнона—значительно болѣе, и обѣ, повидимому, обладаютъ значительными неровностями на своихъ поверхностяхъ, судя по неравномѣрности ихъ свѣта.

Все вышесказанное заставляетъ въ настоящее время относиться съ недоумѣніемъ къ первоначальной гипотезѣ Ольберса о происхожденіи астероидовъ отъ взрыва за-марсіанской планеты. Скорѣе всего эти планетки-пигмеи произошли отъ того, что Юпитеръ, благодаря своей исключительно большой величинѣ, помѣшалъ правильному отдѣленію слѣдующаго за нимъ планетообразовательнаго кольца нашей солнечной системы и, возбуждая въ немъ замѣтныя приливныя явленія, заставилъ это кольцо распадаться на отдѣльныя скопленія, ранѣе, чѣмъ оно могло образоваться цѣликомъ для произведенія одинокой большой планеты. Вліяніе Юпитера, дѣйствительно, сказывается на распредѣленіи орбитъ астероидовъ. Анализъ обнаруживаетъ, что на тѣхъ разстояніяхъ, на которыхъ періоды обращенія какихъ-либо планетъ являются кратными другъ другу, ихъ пертурбаціонныя дѣйствія будутъ накапливаться, пока не приведутъ времена ихъ обращенія къ сильно дробнымъ или ирраціональнымъ соотношеніямъ. Наименѣе прочными являются орбиты, гдѣ обращеніе одной планеты окажется половиной, третью, затѣмъ четвертью и, наконецъ, одной пятой обращенія другой. Въ первомъ изъ этихъ случаевъ накопленіе пертурбаціонныхъ вліяній въ одномъ и томъ же направленіи будетъ особенно сильно. И дѣйствительно, разстоянія, соответствующія обращеніямъ въ половину и въ третью долю обращенія Юпитера, повидимому, совершенно отсутствуютъ въ роѣ астероидовъ, а преобладаютъ соответствующія болѣе сложнымъ періодамъ въ $\frac{2}{7}$ или $\frac{3}{7}$ долей Юпитерова оборота, да и то лишь приблизительно.

Замѣчательно, что нѣкоторые изъ астероидовъ имѣютъ почти совершенно одинаковыя орбиты, какъ, напримѣръ, Юнона и Клото.

Обѣ обращаются на среднемъ разстояніи отъ Солнца, соответствующемъ 2,67 земного, и имѣютъ одинаковые эксцентриситеты и наклоненія орбитъ къ эклиптикѣ, но только точки перигелія и афелія отклонены у нихъ на 10° другъ отъ друга. Многія сходятся очень близко, и однако же ни одна не сдѣлалась спутникомъ другой, такъ какъ двойныхъ астероидовъ мы не знаемъ совсѣмъ. А это ясно показываетъ, что посредствомъ одного сближенія въ свободномъ пространствѣ безъ столкновенія и потери относительной кинетической энергіи два свѣтила не могутъ сдѣлаться спутниками другъ друга. Насколько тяготѣніе сблизить ихъ при встрѣчѣ, настолько полученное ускореніе отброситъ ихъ инертныя массы при расхожденіи. Такъ ежегодно происходитъ и съ астероидами.

Относительно условій обитаемости этихъ маленькихъ міровъ при невозможности наблюдать на нихъ какія-либо детали, мы можемъ сказать лишь очень мало. Прежде всего, напряженіе тяжести на нихъ чрезвычайно мало сравнительно съ нашимъ земнымъ. Если мы примемъ для простоты, что астрономическая плотность матеріаловъ, изъ которыхъ состоятъ какія-либо разсматриваемыя нами планеты, одинакова у всѣхъ, то напряженіе тяжести на ихъ поверхностяхъ выразится чрезвычайно простымъ закономъ: оно будетъ пропорціонально ихъ діаметрамъ или радіусамъ. Такимъ образомъ, критическая скорость, т.е. такая, при которой брошенное тѣло уже не возвращается на планету, въ тысячу разъ меньшую по діаметру, чѣмъ Земля, будетъ, при той же астрономической плотности, въ тысячу разъ менѣе, т.е. около 9 метровъ въ секунду, а это легко достигается у насъ каждымъ мальчикомъ, бросающимъ камень. Поэтому, зная, что поперечникъ Земли равенъ 12756 километрамъ, мы легко опредѣлимъ, что на планеткѣ въ 12 километровъ діаметромъ такой брошенный вверхъ камень уже не возвратился бы на ея поверхность. Благодаря соответственной легкости всѣхъ предметовъ на такомъ свѣтилѣ, для его органической жизни нѣтъ никакой нужды вырабатывать въ себѣ твердые опорные органы, въ родѣ панцырей и скелетовъ. Всѣ организмы должны быть тамъ чрезвычайно хрупкими, съ нашей точки зрѣнія.

Атмосферы такихъ планетъ-пигмеевъ, по кинетической теоріи газовъ, могутъ держаться лишь въ томъ случаѣ, если воздухъ (какого бы химическаго состава онъ ни былъ), поднимаясь отъ поверхности въ высоту, охлаждается вслѣдствіе своего расширенія на нѣкоторомъ уровнѣ, по адиабатическому закону, почти до абсолютнаго нуля и не поглощаетъ съ поверхности достаточно лучистой теплоты для увеличенія своей температуры. Но охлажденіе до степени, довольно близкой къ абсолютному нулю, безъ превращенія въ твердое состояніе, возможно только для гелія и водорода. Остальные элементы, принадлежащіе къ нашей періодической системѣ, отвердѣваютъ, кромѣ возможныхъ случаевъ своего переохла-

жденія при крайне разрѣженномъ состояніи, задолго до абсолютнаго нуля. Значитъ, атмосферы изъ такихъ газовъ должны бы улечиваться съ малыхъ планетъ или образоваться на нѣкоторомъ уровнѣ слой сплошныхъ тучъ изъ мельчайшихъ ледяныхъ иглъ, въ родѣ нашихъ перистыхъ облаковъ, и покрыть, такимъ образомъ, весь видимый нами дискъ планеты непроницаемымъ бѣлымъ туманнымъ покровомъ. Не этому ли покрову льдистой пыли въ верхнихъ слояхъ атмосферы приходится приписать и снѣжно-бѣлое альbedo Весты?

Вотъ вопросы, которые невольно возникаютъ въ нашемъ умѣ при теоретическомъ изслѣдованіи физическихъ условій на поверхности астероидовъ, а вмѣстѣ съ ними и на другихъ свѣтилахъ.

5. Юпитеръ, планета-гигантъ.

Простая ли это случайность, что въ нашей солнечной системѣ сейчасъ же за роями планетокъ-пигмеевъ слѣдуетъ величайшая изъ всѣхъ планетъ?—Мы уже видѣли въ предыдущей главѣ, что это едва ли такъ. Юпитеръ произошелъ раньше астероидовъ, его возмущающее дѣйствіе на остальные планеты и теперь очень значительно, а потому онъ же могъ вызвать и раздробленіе на мелкія части ближайшаго къ нему кольца, отдѣлявшагося нѣкогда отъ первичнаго Солнца для образованія слѣдующей планеты. Но почему Юпитеръ самъ выросъ такимъ большимъ, такъ и остается до сихъ поръ нерѣшеннымъ. Видно только одно, что четыре надъ-астероидныя большія планеты возрастаютъ въ своей величинѣ по мѣрѣ своей близости къ Солнцу. Юпитера всегда можно узнать среди зодіакальныхъ звѣздъ и планетъ по ровному, яркому, бѣлому блеску, благодаря которому астрологи начала среднихъ вѣковъ называли его Бѣлымъ конемъ или Колесницей, запряженной Бѣлыми конями. Его астрономическая масса въ 316 разъ превосходитъ массу Земли и въ $2\frac{1}{2}$ раза массу всѣхъ остальныхъ планетъ, вмѣстѣ взятыхъ. Благодаря большой скорости вращенія, характеризующей за-астероидныя планеты и достигающей у Юпитера полного оборота всего въ 9 час. 55 мин., его полярное сжатіе легко замѣтно въ хорошей телескопъ съ перваго взгляда. Его осевой діаметръ на $\frac{1}{16}$ короче экваторіальнаго. Скорость движенія его экватора близка къ 12450 метрамъ въ секунду, и центробѣжная сила на этомъ большомъ кругѣ такъ велика, что уменьшаетъ тяжесть предметовъ на $\frac{1}{12}$ долю. Особенно замѣчательна у него незначительность астрономической плотности, т. е. величины средняго притягательнаго дѣйствія въ кубическомъ сантиметрѣ объема, составляющая лишь 0,24 долю земнаго дѣйствія.

Въ этомъ отношеніи онъ сходенъ и съ остальными внѣшними планетами, среди которыхъ Сатурнъ, находящійся теперь въ періодѣ кольцеванія, характеризуется даже вдвое меньшимъ притягатель-

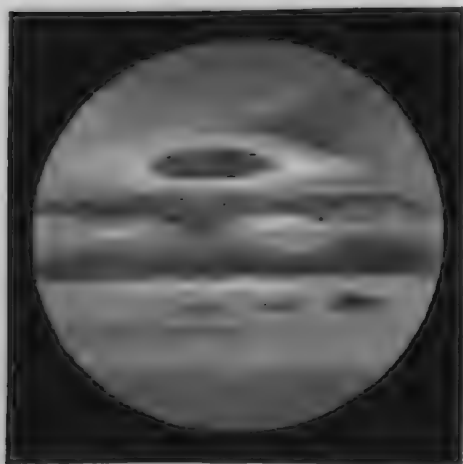
Планета Юпитеръ.

По фотографическимъ снимкамъ съ натуры.

- | | |
|--|--|
| 1. Снято 29 ноября 1880 г. въ 8 ч. 55 м. | 4. Снято 6 февраля 1884 г. въ 9 ч. 30 м. |
| 2. Снято 19 декабря 1881 г. въ 10 ч. 30 м. | 5. Снято 11 февраля 1885 г. въ 11 ч. 35 м. |
| 3. Снято 23 декабря 1882 г. въ 9 ч. 30 м. | 6. Снято 23 марта 1886 г. въ 11 ч. 30 м. |

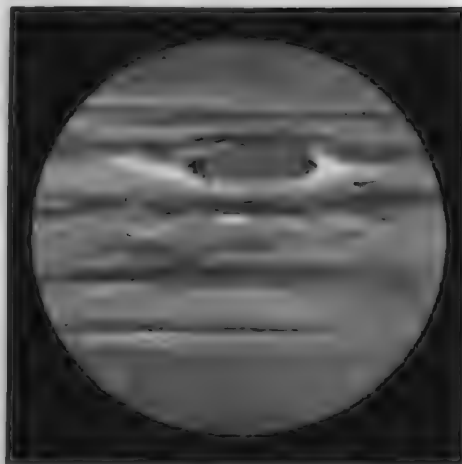
ПЛАНЕТА ЮПИТЕРЪ.

1

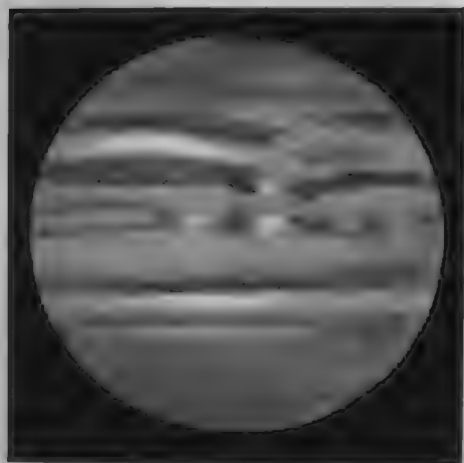


S

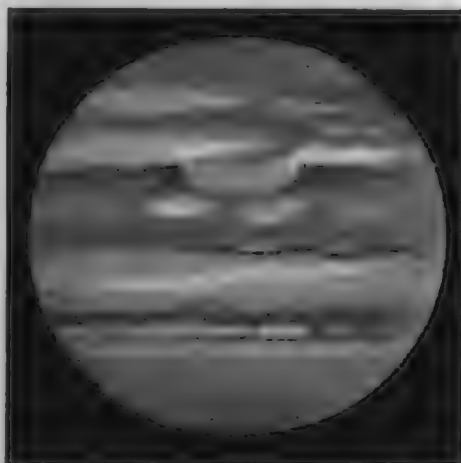
2



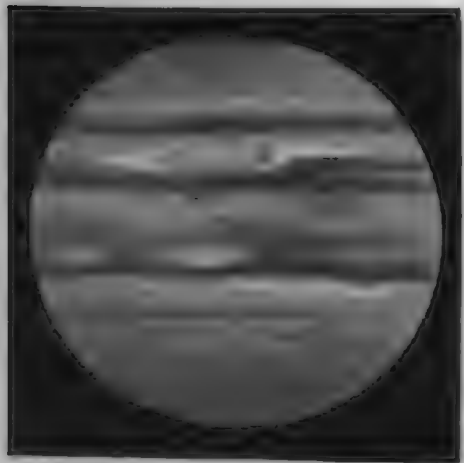
3



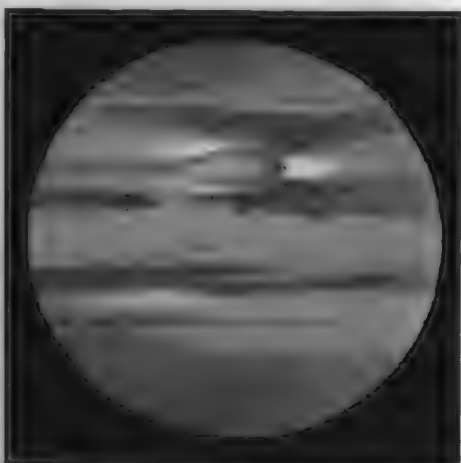
4



5



6



N

нымъ дѣйствиємъ въ единицѣ своего объема (0,11 земного). Средне-вѣковые алхимики считали его сдѣланнымъ изъ олова, а астрологи считали его планетой могущества, Бѣлымъ конемъ небесъ или Колесницей, запряженной Бѣлыми конями.

Среднее разстояніе Юпитера отъ Солнца въ 5,2 раза болѣе, чѣмъ Земли, и потому интенсивность солнечной радіаціи на его поверхность составляетъ лишь $\frac{1}{27}$ долю наблюдаемой у насъ. Если допустить, что температура его поверхностныхъ слоевъ зависитъ только отъ солнечнаго излученія, то на немъ долженъ бы господствовать теперь леденящій холодъ, при которомъ, и кислородъ и азотъ, и всѣ соединенія элементовъ нашей періодической системы должны превратиться въ твердое состояніе. Только гелій да водородъ остались бы еще газообразными при такомъ допущеніи. А однако, простой взглядъ въ телескопъ показываетъ, что и у Юпитера и у всѣхъ внѣшнихъ планетъ существуютъ огромныя атмосферы и притомъ очень сложнаго состава. Въ атмосферѣ Юпитера постоянно носятся многообразныя густыя облака, закрывающія непроницаемымъ покровомъ всю его поверхность и мѣшающія намъ что-либо видѣть сквозь себя. Бѣлизна его, благодаря имъ, тоже замѣчательна. Онъ отражаетъ солнечный свѣтъ въ среднемъ не менѣе, какъ это сдѣлалъ бы листъ самой бѣлой бумаги, перенесенной на такое разстояніе отъ Солнца. По Цѣльнеру, его альbedo 0,62, а по Мюллеру, еще больше. Это почти соотвѣтствуетъ свѣту, отраженному отъ верхней поверхности нашихъ облаковъ.

Подобно тому, какъ Земля всегда опоясана около экватора бѣлыми сверху облачными полосами тропическаго дождливаго сезона и болѣе узкими прослойками между ними и холодными странами, такъ и Юпитеръ всегда окруженъ, какъ кольцами, бѣлыми атмосферическими образованіями. Число ихъ достигаетъ на немъ иногда до тридцати, и они доходятъ до самыхъ его полярныхъ странъ, но всегда расположены параллельно его экватору. Они перемежаются съ другими буроватыми зонами, представляющими глубинныя промежутки между слоями его верхнихъ облаковъ. Особеннымъ постоянствомъ и шириной отличаются у него двѣ бурыя прослойки, идущія въ экваторіальной области и называемыя экваторіальными поясами Юпитера. Кружевыя бахромки на ихъ краяхъ красиво отсвѣчиваютъ то карминовыми, то коричневыми оттѣнками, тогда какъ раздѣляющая ихъ экваторіальная полоска является нерѣдко свѣтло-розоватой. Края этихъ зонъ снѣжно-бѣлы, они лежатъ выше уровня бурыхъ поясовъ и состоятъ изъ отдѣльныхъ облаковидныхъ массъ, изъ которыхъ та или иная порой выступаетъ яркимъ отрогомъ и надъ отдѣльными мѣстами экваторіальныхъ атмосферическихъ низменностей Юпитера.

То обстоятельство, что движеніе бѣлыхъ облаковъ слегка отстаетъ отъ вращательнаго движенія вышеописанныхъ бурыхъ полосъ, показываетъ, повидимому, что они происходятъ такъ же,

какъ и наши кучевыя облака. Отдѣльныя области атмосферы Юпитера, очевидно, поднимаются вверхъ, подъ вліяніемъ внѣшняго нагрѣванія, подобнаго нагрѣванію Солнца, расширяются по мѣрѣ своего поднятія, а слѣдовательно, вмѣстѣ съ тѣмъ охлаждаются и выдѣляютъ въ своей верхней части шапки бѣлыхъ паровъ, сохраняющихъ свою первоначальную меньшую скорость внутреннихъ областей атмосферы, и потому отстающихъ отъ движенія верхнихъ слоевъ.

Полярныя области Юпитера всегда закрыты отъ насъ мглистыми блѣдно-сѣрыми покровами, на которыхъ трудно различить какія-либо детали.

При наблюденіи въ сильную трубу дискъ Юпитера представляется однимъ изъ красивѣйшихъ объектовъ на всемъ небѣ. Бѣлыя и темно-красноватыя пятна, то исчезающія черезъ нѣсколько часовъ, то дляшіяся цѣлые годы, очень часто видны на этой планетѣ. Они бываютъ обыкновенно круглыми или эллиптическими, величиной иногда съ нашу Луну. Бѣлыя пятна являются то вереницами, то въ одиночку, главнымъ образомъ на южномъ полушаріи. Темно-красноватыя образуются почти всегда по нѣскольку вмѣстѣ—чаще всего на сѣверномъ, и движутся то быстрѣе, то медленнѣе окружающихъ ихъ сплошныхъ облаковъ. Слѣдовательно, и здѣсь, какъ у Марса и у Земли съ Луной, обнаруживается ассиметрическая разниа между сѣвернымъ и южнымъ полушаріями.

Изъ буроватыхъ образованій замѣчательно Большое красное пятно, обнаруженное въ 1878 году на границѣ южнаго экваторіальнаго пояса Юпитера и остававшееся во всемъ своемъ величій цѣлыхъ 19 лѣтъ. Оно всегда было эллиптической формы, кирпично-краснаго цвѣта, съ блестящимъ ореоломъ, и въ немъ легко могли бы помѣститься три земныхъ шара. Нѣсколько разъ оно блѣднѣло, даже замѣнялось простымъ контуромъ, но затѣмъ снова появлялось, хотя уже и не въ такой рѣзкой формѣ, какъ сначала. Въ лучшемъ періодѣ своей видимости оно казалось какъ бы вершиной большого плоскогорья, которую обтекаютъ окружающія облака. Однако, оно не было чѣмъ-либо твердымъ, потому что колебалось то въ ту, то въ другую сторону относительно своего средняго положенія, подобно дыму вулкана, восходящему вверхъ въ ненастную погоду, когда онъ долженъ пробивать находящуюся надъ нимъ толщу сплошныхъ облаковъ и, въ зависимости отъ ускоренія или замедленія вѣтровъ, двигается то скорѣе, то медленнѣе лежащей подъ нимъ твердой поверхности. Такъ и на Юпитерѣ. Въ 1880 году время обращенія его краснаго пятна опредѣлилось въ среднемъ въ 9 час. 55 мин. 34 сек., а въ 1886 году оно было на 7 секундъ болѣе. Это не значитъ еще, чтобы прорывъ восходящаго теченія въ Юпитеровой атмосферѣ забѣгалъ непомѣрно далеко впередъ или непомѣрно отставалъ отъ того мѣста на невидимой нами подоблачной поверхности Юпитера, которое

его производило. Дѣло въ томъ, что наблюдать это пятно съ Земли можно было только въ ясную погоду и притомъ лишь около противостояній Юпитера Солнцу. Въ каждые 398,6 нашихъ сутокъ (время синодическаго обращенія Юпитера) онъ обязательно скрывается отъ насъ за дневное свѣтило, и въ это время невольно приходится дѣлать долгій перерывъ въ его наблюденіяхъ, не менѣе, какъ на 2 или на 3 мѣсяца, въ продолженіе которыхъ движеніе пятна можетъ ускориться или замедлиться, сравнительно съ тѣмъ, какимъ оно было въ періодѣ видимости. Отсюда ясно, что предполагать, будто это пятно въ 80-хъ годахъ могло опередить находящуюся подъ нимъ поверхность Юпитера чуть не на цѣлую окружность, и отвергнуть на такомъ основаніи твердое состояніе его податмосферной поверхности, было бы ни на чемъ не основано. Совершенно наоборотъ. Тотъ фактъ, что вершина этого столба газовъ, судя по увеличенію или уменьшенію скорости пронизываемаго имъ слоя облаковъ, то забѣгала впередъ, то отставала отъ своего неподвижнаго основанія, ясно показываетъ намъ, что оно находится на твердой поверхности, и что вызвали его такіе же мѣстные вулканическіе или горообразующіе процессы въ поверхностныхъ напластованіяхъ Юпитера, какіе мы наблюдаемъ и на Землѣ. Значитъ, и у него въ верхнихъ послѣднихъ напластованіяхъ происходитъ сильный метаморфозъ глубинныхъ породъ какимъ-то вновь освѣвшимъ изъ его атмосферы жидкимъ обильнымъ химическимъ реагентомъ.

Интересный случай пришлось наблюдать въ 1891 году, когда маленькое темное пятно догнало красное. Оно было отброшено краснымъ къ его южной границѣ, обогнуло его и ушло дальше, попорченное до неузнаваемости. Такимъ образомъ, большое красное пятно на Юпитерѣ не можетъ быть ничѣмъ инымъ, какъ колеблемымъ вѣтрами высокимъ столбомъ вулканическихъ газовъ и испареній, прорвавшимся сквозь его сплошныя облака и отчасти раздвинувшимъ, отчасти растворившимъ ихъ. Сами же эти облака съ ихъ прорывами обращаются вокругъ оси Юпитера такъ же, какъ и на Землѣ, не съ одинаковыми скоростями. Всего быстрѣе перемѣщаются на немъ отъ запада къ востоку тѣ изъ нихъ, въ которыхъ наблюдаются вереницы темныхъ пятенъ на сѣверной гелисферѣ. Изъ экваторіальныхъ сплошныхъ облачныхъ образованій вращается особенно скоро поясъ между 20° и 24° сѣв. широты, и за нимъ уже слѣдуетъ поясъ надъ самымъ экваторомъ.

Въ бѣлыхъ облачныхъ полосахъ открыли спектроскопомъ присутствіе водяного газа, а бурныя полосы обнаруживаютъ въ красной части спектра отчетливую линію неизвѣстнаго намъ газа—іовія, характернаго для Юпитера и Сатурна. Полосы поглощенія солнечнаго свѣта бываютъ у Юпитера всего яснѣе надъ буроватыми полосами, чѣмъ и обнаруживается ихъ болѣе низкое положеніе въ атмосферѣ.

Фотографическое дѣйствіе излученія Юпитера, несмотря на слабость его освѣщенія Солнцемъ, въ 25 разъ превосходитъ лунное

и въ 24 раза болѣе излученія Марса. При этомъ южное полушаріе, полюсъ котораго обращенъ къ Большому Магелланову облаку, вдвое активнѣе сѣвернаго, вслѣдствіе чего и приходится заключить, что температура на немъ выше. Это распредѣленіе совершенно обратно нашему — земному, гдѣ сѣверное полушаріе значительно теплѣе южнаго, несмотря на то, что южный полюсъ Земли имѣетъ центромъ своего прещессіоннаго движенія, какъ и всѣ планеты солнечной системы, ту же самую точку неба.

Сильные ураганы, пробѣгающіе по временамъ по поверхности Юпитера, и, еще болѣе, существованіе на немъ постоянныхъ пассатныхъ вѣтровъ, со скоростью въ верхнихъ слояхъ до 400 километровъ въ часъ, представляютъ одну изъ величайшихъ загадокъ, какія предлагаетъ намъ въ настоящее время планетный міръ.

Очевидно, что солнечнаго тепла, которое тамъ въ 27 разъ слабѣе нашего по абсолютной шкалѣ, совершенно недостаточно для того, чтобъ вызвать такія могучія перемѣщенія воздуха. Приписать ихъ сильной вулканической дѣятельности — значило бы расположить всѣ его вулканы въ экваторіальной полосѣ и наполнить ее всю ихъ дымомъ, чего мы не видимъ на Юпитерѣ. Признать его всего, какъ сдѣлали нѣкоторые, простымъ скопленіемъ газовъ, въ родѣ кометы, тоже невозможно не только по современнымъ геологическимъ представленіямъ относительно внутренности Земли и планетъ, но даже и по взглядамъ, ушедшимъ въ прошлое. При газообразномъ состояніи небесное свѣтило могло бы имѣть лишь очень слабое, едва замѣтное вращеніе вокругъ своей оси, а никакъ не такое быстрое, какъ у Юпитера. Во всякомъ газовомъ скопленіи, съ такими сильными перемѣнами, какъ на Юпитерѣ, неизбѣжны, кромѣ горизонтальныхъ теченій воздуха, также и вертикальныя, которыя стремились бы по инерціи и путемъ всасыванія дойти до самаго центра. Но раньше, чѣмъ они успѣли бы это сдѣлать, ихъ центробѣжная сила, при большой поступательной скорости вращенія Юпитерова экватора, стала бы такъ велика, что ее уже не уравновѣсило бы притяженіе къ центру планеты, и тамъ образовалась бы огромная Торичеллиева пустота, которую начали бы заполнять потоки атмосферы съ полюсовъ. Все это вызвало бы такой чудовищный рядъ перемѣщеній молекулъ, который тотчасъ уничтожилъ бы вращеніе газовой планеты, если она была приведена въ него какой-либо сверхъестественной силой, а при естественномъ порядкѣ вещей никакого сильнаго вращательнаго движенія въ чисто газообразной массѣ не могло бы даже и возникнуть.

Такимъ образомъ, мы должны признать, что и Юпитеръ обладаетъ, какъ всѣ меньшія планеты, твердымъ ядромъ, съ теченіями жидкостей и газовъ только на его поверхности, а не пронизывающихъ всю его массу цѣликомъ.

Но что же можетъ вызвать на Юпитерѣ атмосферическія теченія при ничтожности на немъ солнечнаго жара и при невозможности

Таблица VI.

Абсолютныя гаммы волнообразныхъ колебаній зѳира и другихъ физическ. тѣлъ.
(За абсолютную единицу принято колебаніе, соответствующее качанію секунднаго маятника.)

Колебания зѳира.	Название тоновъ.	Число полныхъ колебаній въ секунду или частота повторенія волнъ.				Колебания атмосферы земнаго шара.
		Триллионы	Биллионы	Миллионы	Единицы	
АБСОЛЮТНЫЙ ОСНОВНОЙ ТОНЪ						
1 октава	1				1	1
	2				2	2
	3				3	3
	4				4	4
	5				5	5
	6				6	6
	7				7	7
	8				8	8
	9				9	9
	10				1.024	1.024
2 октава	11				2.048	2.048
	12				4.096	4.096
	13				8.192	8.192
	14				16.384	16.384
	15				32.768	32.768
	16				65.536	65.536
	17				131.072	131.072
	18				262.144	262.144
	19				524.288	524.288
	20				1.048.576	1.048.576
3 октава	21				2.097.152	2.097.152
	22				4.194.304	4.194.304
	23				8.388.608	8.388.608
	24				16.777.216	16.777.216
	25				33.554.432	33.554.432
	26				67.108.864	67.108.864
	27				134.217.728	134.217.728
	28				268.435.456	268.435.456
	29				536.870.912	536.870.912
	30				1.073.741.824	1.073.741.824
4 октава	31				2.147.483.648	2.147.483.648
	32				4.294.967.296	4.294.967.296
	33				8.589.934.592	8.589.934.592
	34				17.179.869.184	17.179.869.184
	35				34.359.738.368	34.359.738.368
	36				68.719.476.736	68.719.476.736
	37				137.438.953.472	137.438.953.472
	38				274.877.906.944	274.877.906.944
	39				549.755.813.888	549.755.813.888
	40				1.099.511.627.776	1.099.511.627.776
5 октава	41				2.199.023.255.552	2.199.023.255.552
	42				4.398.046.511.104	4.398.046.511.104
	43				8.796.093.022.208	8.796.093.022.208
	44				17.592.186.044.416	17.592.186.044.416
	45				35.184.372.088.832	35.184.372.088.832
	46				70.368.744.177.664	70.368.744.177.664
	47				140.737.488.355.328	140.737.488.355.328
	48				281.474.976.710.656	281.474.976.710.656
	49				562.949.953.421.312	562.949.953.421.312
	50				1.125.899.906.842.624	1.125.899.906.842.624
6 октава	51				2.251.799.813.685.248	2.251.799.813.685.248
	52				4.503.599.627.370.496	4.503.599.627.370.496
	53				9.007.199.254.740.992	9.007.199.254.740.992
	54				18.014.398.509.481.984	18.014.398.509.481.984
	55				36.028.797.018.963.968	36.028.797.018.963.968
	56				72.057.594.037.927.936	72.057.594.037.927.936
	57				144.115.118.075.855.872	144.115.118.075.855.872
	58				288.230.236.151.711.744	288.230.236.151.711.744
	59				576.460.472.303.423.488	576.460.472.303.423.488
	60				1.152.921.944.606.846.976	1.152.921.944.606.846.976
7 октава	61				2.305.843.889.213.693.952	2.305.843.889.213.693.952
	62				4.611.686.778.427.387.904	4.611.686.778.427.387.904
	63				9.223.372.036.854.775.808	9.223.372.036.854.775.808
	64				18.446.744.071.709.551.616	18.446.744.071.709.551.616
	65				36.893.488.147.419.163.232	36.893.488.147.419.163.232
	66				73.786.976.294.838.326.464	73.786.976.294.838.326.464
	67				147.573.952.589.676.652.928	147.573.952.589.676.652.928

Тоны, соответств. вѳзвѳстнѳмъ имѳмъ элѳктричѳскимъ колебаніямъ: между 30.000 и 35 тысячами мѳдѳ-лионовъ въ секунду (воины Герца и Миркоми).

П. Лебедевъ довелъ число колеб. до 100.000 мѳд.

Тепловыя колебѳнія отъ 35 биллион. въ сек.

Сѳѳѳ

(Изъ книги автора: Основы качественного физико-математическаго анализа. 1908 г.)

объяснить его вѣтры совершающимися на немъ самомъ вулканическими явленіями?

Здѣсь передъ нами остается только одинъ, совершенно еще неразработанный путь. Земная атмосфера при своемъ современномъ химическомъ составѣ перерабатываетъ въ теплоту только видимыя нами колебанія свѣта между 45-й и 50-й октавой абсолютной шкалы (Таблица VI). Часть ихъ мы можемъ наблюдать и нашимъ зрѣніемъ или проявлять фотографическими приборами. Но, кромѣ этихъ пяти октавъ, существуетъ въ природѣ неограниченное количество другихъ, въ особенности болѣе высокихъ, колебаній эйра, идущихъ не только отъ Солнца, но и отъ недоступнаго нашему зрѣнію и фотографіи Великаго центра звѣздныхъ орбитъ и отъ другихъ меньшихъ небесныхъ центровъ. Не вызывая въ веществахъ нашей земной поверхности ни тепловыхъ и никакихъ другихъ замѣтныхъ для насъ явленій, они могутъ перерабатываться въ теплоту или, правильнѣе сказать, въ расширение объема иными веществами, присутствіе которыхъ въ атмосферѣ за-астероидныхъ планетъ показываетъ намъ спектроскопъ.

Дѣйствительно, отчего нагрѣваніе нашихъ поверхностныхъ земныхъ тѣлъ лучистой теплотой Солнца не происходитъ отъ всѣхъ ея гаммъ, а именно лишь отъ заключающихся между 45 и 50 абсолютными октавами вышеприведенной таблицы?—Только потому, что у очень сложныхъ атомовъ нашей періодической системы есть участки, дающіе резонансъ лишь на эти колебанія,—участки, настроенные съ ними въ унисонъ своими силами упругости. Если бъ этого не было, то вибраціи подобныхъ участковъ, а съ ними и скорости отскакиванія другъ отъ друга цѣлыхъ молекулъ при ихъ случайныхъ столкновеніяхъ, не увеличивались бы отъ дѣйствія лучистой теплоты такихъ октавъ ни въ жидкихъ, ни въ твердыхъ, ни въ газообразныхъ нашихъ тѣлахъ, тѣла не расширялись бы отъ присутствія въ окружающемъ эйрѣ такихъ родовъ эйрныхъ волнъ. Они молчали бы, они были бы нечувствительны къ лучистой энергіи такой частоты, какъ камертоны, настроенные не въ унисонъ съ источникомъ окружающаго ихъ звукового поля, нечувствительны къ нему. Но у атомовъ нашей періодической системы элементовъ есть такіе участки, а потому созданныя ими тѣла расширяются отъ лучистой теплоты между 45 и 50 абсолютными октавами, а ко всѣмъ другимъ гаммамъ нѣмы и глухи. По той же причинѣ должны быть нѣмы и глухи къ нимъ и нервы нашихъ органовъ чувствъ, построенные изъ атомовъ той же самой современной періодической системы элементовъ, и наши фотографическіе аппараты, а вовсе не потому, чтобъ въ окружающемъ насъ пространствѣ Вселенной отсутствовали всѣ другія колебанія эйра, настолько же возможные и неизбѣжныя, какъ и доступныя для насъ гаммы лучистой энергіи, идущіе отъ видимыхъ нами свѣтилъ.

Отсюда же ясно, что если въ глубинѣ нашей Земли есть эле-

менты болѣе первичныхъ періодическихъ системъ, и если наша земная кора и атмосфера прозрачны для колебаній эвир, гармоничныхъ съ атомными колебаніями такихъ элементовъ (а не отражаютъ ихъ, какъ зеркала, обратно въ поле излученія), то внутренность Земли можетъ нагрѣваться такими гаммами лучистой энергіи, на существованіе которыхъ ничто намъ не намекаетъ кругомъ. Не менѣе ясно и то, что такія излученія могутъ отзываться аналогичными калорическими дѣйствіями и на поверхностяхъ свѣтилъ, гдѣ имѣются элементы, болѣе первичные или болѣе поздніе, чѣмъ окружающіе насъ на современной поверхности Земли.



Рис. 355. Видъ III спутника Юпитера 23 ноября 1906 г. въ 13 ч. 30 м., по рисунку Хозе Комасъ Солла, въ обсерв. Фабра, въ Барселонѣ. (Journ. Soc. Astr. de France, 1907, p. 74).

расширеніе и уменьшеніе ихъ плотности, проходя безслѣдно для газовъ нашей атмосферы, т.-е. для азота, кислорода, аргона и т. д. А разъ измѣненія атмосферной плотности происходятъ на какой-либо планетѣ, они неизбежно будутъ сопровождаться и бурями, и ураганами, и облачными образованіями, зависящими отъ восходящихъ и нисходящихъ потоковъ воздуха, насыщенныхъ почвенными испареніями и адіабатически расширяющагося при подъемѣ.

То обстоятельство, что зона наибольшихъ атмосферическихъ теченій не совпадаетъ съ экваторомъ Юпитера, а лежитъ между 20° и 24° его сѣверной ширины, какъ бы показываетъ даже, что возможный источникъ нагрѣванія его поверхности лежитъ къ сѣверу отъ эклиптики около 22° градусовъ склоненія. Это соответствуетъ Плеядамъ съ ихъ невидимыми для нашего глаза туманностями и большому скопленію такихъ же туманностей



Рис. 356. Видъ Ганимеда, III спутника Юпитера, 11 дек. 1893 г. и 5 ноября 1904 г., по рис. Барнарда. На сѣверномъ полюсѣ снѣговидный покровъ. (Journ. Soc. Astr. de France, 1909, p. 48).

могутъ отзываться аналогичными калорическими дѣйствіями и на поверхностяхъ свѣтилъ, гдѣ имѣются элементы, болѣе первичные или болѣе поздніе, чѣмъ окружающіе насъ на современной поверхности Земли.

Но въ атмосферѣ Юпитера, а съ нимъ и другихъ надъ-астероидныхъ планетъ, мы именно и видимъ линіи поглощенія чуждаго намъ газа—іовія или даже нѣсколькихъ чуждыхъ намъ газовъ, очевидно, не принадлежащихъ къ нашей періодической системѣ, такъ какъ для нихъ нѣтъ мѣста въ ея истинныхъ періодахъ (даже водородъ съ геліемъ вводятся въ нее до сихъ поръ лишь по недоразумѣнію). Чуждые намъ гаммы и октавы лучистой энергіи, несущіяся отъ большихъ, можетъ быть, даже невидимыхъ нами, свѣтилъ вселенной, встрѣчая въ нихъ резонансъ, могутъ увеличивать въ нихъ кинетизмъ молекулъ и вызывать такимъ образомъ

въ созвѣздіи Волосъ Вереники, не говоря уже о многочисленныхъ звѣздныхъ кучахъ въ соответствующихъ широтахъ Млечнаго пути, которыя тоже могутъ посылать могучія излученія, не перерабатываемыя въ теплоту Землей, и малыми подъ-астероидными планетами, хотя и дѣйствующими калорически на большія. Это очень вѣроятно, такъ какъ однимъ солнечнымъ излученіемъ совершенно невозможно объяснить себѣ метеорологическія явленія на Юпитерѣ и на еще болѣе далекихъ планетахъ. Вопросъ же о вліяніи чуждыхъ Солнцу источниковъ нагрѣванія такъ важенъ для пониманія жизни далекихъ намъ міровъ, что мы еще разъ возвратимся къ нему при разсмотрѣніи физическаго строенія Солнца.

Представляя много аналогичнаго съ центральнымъ свѣтиломъ нашей планетной системы по своей вѣчной облачности, Юпитеръ похожъ на него и въ другомъ отношеніи. Онъ такъ же, какъ и Солнце, имѣетъ рядъ своихъ собственныхъ планетъ, четыре изъ которыхъ были открыты еще Галилеемъ, а четыре остальныхъ—въ самое послѣднее время. Особенно интересенъ пятый его спутникъ, найденный Барнардомъ въ 1892 году. Благодаря его большой близости къ Юпитеру (только въ 2,55 раза далѣе юпитерова экватора), онъ обращается около него всего лишь въ 11 ч. 57 мин. 23 сек., и дискъ Юпитера кажется съ него огромнымъ, около 42° средняго экваторіальнаго діаметра, и въ 6440 разъ болѣе нашей Луны по площади. Однако, благодаря отдаленности Юпитера отъ Солнца, его свѣтъ для пятого спутника лишь въ 860 разъ превосходитъ лунный на Землѣ. Діаметръ наибольшаго изъ спутниковъ Юпитера, Ганимеда, равенъ почти половинѣ земного. Поверхность его неоднородна (рис. 355 и 356). Его тѣнь на Юпитерѣ хорошо видна даже въ посредственную трубу, какъ темная точка или маленькій кружокъ. Иногда она двоится, показывая этимъ, что падаетъ на два слоя облаковъ, изъ которыхъ верхній наполовину прозраченъ.

6. Сатурнъ и его кольца.

Почти вдвое далѣе отъ Солнца, чѣмъ Юпитеръ, кружится планета, подобной которой нѣтъ въ нашей солнечной системѣ. Когда-то она служила границей „системы міра“, и за ней находилось звѣздное жилище безсмертныхъ. Древніе астрономы называли ее иногда Блѣднымъ конемъ, или Колесницей, запряженной Мертвенно-блѣдными лошадьми, и приписывали ей зловѣщее вліяніе на людей, особенно когда она попадала въ созвѣздіе Скорпіона. Алхимики считали ее сдѣланною изъ свинца, по причинѣ ея матоваго блеска. Для земного наблюдателя Сатурнъ представляется въ видѣ спокойной, не мерцающей звѣзды перваго порядка видимости, но блестящей значительно слабѣе всѣхъ предыдущихъ, меньше, чѣмъ даже Меркурій, когда его удастся поймать на ночномъ небѣ.



Рис. 357. Фотографическіе снимки Сатурна на Лоуэллевской обсерваторіи, въ Соединенныхъ штатахъ. Bulletin de la Soc. Astronom. de France, 1910, p. 472.

По своему физическому строенію Сатурнъ во многомъ напоминаетъ Юпитера, за исключеніемъ лишь того обстоятельства, что ось его вращенія не перпендикулярна къ его орбитѣ, а наклонена къ ней на 63° . Если бы онъ получалъ свою теплоту главнымъ образомъ отъ Солнца, то такое положеніе его оси вызывало бы на немъ несравненно большія климатическія измѣненія, чѣмъ наблюдаемыя у насъ на Землѣ, въ особенности благодаря тому, что времена года на Сатурнѣ въ $29\frac{1}{2}$ разъ продолжительнѣе нашихъ земныхъ. Однако ничего подобнаго мы не замѣчаемъ. Наиболѣе характерной чертой его поверхности, какъ и у Юпитера, являются параллельныя экватору концентрическія, сѣроватыя или слегка зеленоватыя, облачныя полосы, показывающія въ спектроскопѣ тѣ же линіи поглощенія неизвѣстнаго на землѣ газа, іовія, какъ и у Юпитера, а также и присутствіе водяного газа, обнаруживающееся усиленіемъ цѣлыхъ 7 линій спектра его поглощенія. Но разница въ полярныхъ и экваторіальныхъ странахъ у Сатурна болѣе замѣтна, чѣмъ у Юпитера. Первые носятъ на себѣ большіе голубовато-блѣдные покровы, тогда какъ тропическій поясъ Сатурна имѣетъ свѣтло-желтый оттѣнокъ со смутными бѣловатыми пятнами. Отсюда, мнѣ кажется, ясно, что температура Сатурна поддерживается не Солнцемъ, такъ какъ тогда были бы сильныя климатическія измѣненія, и не его собственнымъ внутреннимъ жаромъ, такъ какъ тогда его полюсы не выдѣлялись бы ничѣмъ.

Подобно тому, какъ на Юпитерѣ, и на немъ мы никогда не видимъ твердой почвы изъ-за сплошныхъ слоевыхъ облаковъ, на которыхъ время отъ времени появляются бѣлыя изверженія газовъ, прорвавшихся снизу, какъ будто отъ вулканическихъ причинъ. По ихъ движенію оказалось возможнымъ опредѣлить, что время вращенія поверхности Сатурна близко къ 10 час. 14 мин. 24 сек., при чемъ индивидуальныя разницы угловой скорости облаковъ достигаютъ до 14 сек. Это показываетъ ясно, что и на Сатурнѣ господствуютъ сильныя и переменныя теченія атмосферы, отклоняющія видимыя нами вершины столбовъ извергаемаго его вулканами газа то въ ту, то въ другую сторону.

Особенно замѣчателенъ Сатурнъ по ничтожной малости средней силы тяготѣнія въ каждомъ кубическомъ сантиметрѣ своего объема. Этотъ физическій факторъ достигаетъ здѣсь минимума среди всѣхъ нашихъ планетъ, онъ почти въ 8 разъ меньше, чѣмъ у Земли. При допущеніи, что сила тяготѣнія любого кубическаго сантиметра вещества во Вселенной пропорціональна только его физической плотности, пришлось бы заключить, что Сатурнъ сдѣланъ изъ пробки и сталъ бы плавать на поверхности воды. А между тѣмъ профессоръ Дарвинъ вычислилъ на основаніи движеній самага большаго изъ спутниковъ Сатурна, что его плотность, какъ и всѣхъ другихъ извѣстныхъ намъ въ этомъ отношеніи свѣтилъ, возрастаетъ къ центру, т.-е. и онъ состоитъ изъ концентрическихъ напластованій твер-

дыхъ оболочекъ, какъ наша Земля. Ясно, что Сатурнъ не можетъ быть весь газообразнымъ при его быстромъ вращеніи и господствующихъ на немъ сильныхъ вѣтрахъ, перемѣшивающихъ его полярныя и экваторіальныя области. Иначе въ центрѣ его образовалась бы, какъ мы уже показывали на примѣрѣ Юпитера, торичеллиева пустота, и, послѣ недолгаго періода ея наполненія полярными областями, онъ обратился бы въ простое газообразное кольцо, въ родѣ того, которое мы видимъ между Бетой и Гаммой (β и γ) Лиры. Нельзя считать его газообразнымъ даже и до половины его радіуса по тѣмъ же самымъ причинамъ неуравновѣшенія центробѣжной силы восходящихъ и нисходящихъ теченій. Въ окончательномъ результатѣ приходится признать, что онъ твердъ, какъ и Земля, и что атмосфера его не исключительно громадна, а слабость его поля тяготѣнія обуславливается какими-то еще неизвѣстными влияніями, которыя, можетъ быть, вызвали и образование у него колецъ.

Его альбедо необычайно велико. Цѣльнеръ опредѣляетъ его въ своей шкалѣ, какъ 0,5 (т.-е. отбрасываніе половины всѣхъ падающихъ на него лучей изъ видимой нами октавы), а Мюллеръ въ Потсдамѣ обозначаетъ его бѣлизну, какъ 3,3, считая бѣлизну Марса за единицу. Однако, у Марса, по Цѣльнеру, альбедо равно 0,26, откуда путемъ простаго помноженія получается 0,86, что соответствуетъ отраженію 86% обычныхъ свѣтовыхъ лучей, между тѣмъ какъ свѣже выпавшій снѣгъ и тотъ отбрасываетъ только 78%. Если принять эту величину, то придется допустить, что Сатурнъ слегка фосфоресцируетъ на освѣщаемой солнечными лучами сторонѣ.

Во всякомъ случаѣ, все, что мы видимъ на немъ въ наши лучшіе телескопы, есть лишь верхняя поверхность слоевыхъ облаковъ, расположившихся полосами, параллельными его экватору вслѣдствіе всегда господствующихъ на Сатурнѣ пассатныхъ вѣтровъ, скорость которыхъ, какъ мы уже говорили, нельзя объяснить ни его внутреннимъ жаромъ, ни нагрѣвательнымъ дѣйствіемъ солнечной теплоты, напряженіе которой тамъ почти во сто разъ менѣе, чѣмъ у насъ. Объяснить такія мощныя теченія скорѣе всего можно тѣми же причинами, какъ и на Юпитерѣ. Сильно распространенный на немъ ювій долженъ быть способнымъ перерабатывать въ вибраціи своихъ молекулъ, а слѣдовательно, и въ объемныя расширенія созданной имъ атмосферы, лучистыя колебанія иныхъ свѣтовыхъ октавъ, испускаемыхъ Солнцемъ или невидимыми для насъ центрами излученія во Вселенной, какъ это мы указывали при разсмотрѣніи физическихъ условій строенія Юпитера.

Что же касается до уже упомянутой нами ничтожности его „астрономической плотности“, т.-е. средней силы тяготѣнія въ каждаго кубическомъ сантиметрѣ его объема, то, въ виду вышесказаннаго, ее скорѣе всего было бы возможно объяснить аномальнымъ паденіемъ у него константы тяготѣнія, вслѣдствіе чего и

произошло выдѣленіе колецъ въ его экваторіальной части. Объ эти особенности Сатурна необходимо связать другъ съ другомъ.

Кольцеваніе есть періодъ рожденія планетой новаго спутника или нѣсколькихъ сразу, и весьма возможно, что оно всегда сопровождается паденіемъ у нея константы поля тяготѣнія. На движеніе планеты по ея орбитѣ такое пониженіе константы должно вліять лишь очень мало, если сила ея поля ничтожна по сравненію съ полемъ центра ея обращенія, и если физическая масса, т.-е. количество инертности въ планетѣ, остается безъ перемѣны. Это нетрудно доказать, примѣнивъ къ анализу вопроса данную нами выше раціональную формулу тяготѣнія (стр. 632). Уменьшеніе константы собственнаго поля у планеты должно вызвать только ея большее сплюсненіе у полюсовъ: удаленіе отъ нея ея собственныхъ спутниковъ и образованіе экваторіальныхъ колецъ, а въ орбитальномъ движеніи вокругъ центра ея обращенія оно должно измѣнить, главнымъ образомъ, эксцентрицитетъ ея орбиты и очень мало большую полуось. Вотъ почему, исключительная слабость поля тяготѣнія у Сатурна и присутствіе у него такой же исключительной особенности—колецъ—и должны быть изслѣдованы съ этой новой точки зрѣнія, которая, можетъ быть, дастъ намъ, наконецъ, и окончательную разгадку размноженія міровъ и образованія ихъ кружащихся системъ.

Напряженіе тяжести на поверхности Сатурна очень близко къ земному. У насъ въ первую секунду падающее тѣло проходитъ въ среднемъ 4,9 метровъ, а на Сатурнѣ 5,34 въ полярныхъ и 4,51 въ экваторіальныхъ странахъ. Такая большая разница разныхъ поясовъ его поверхности именно и соответствуетъ скорости его вращенія вокругъ оси и ничтожной современной „плотности его поля притяженія.“ Совмѣстное дѣйствіе обѣихъ этихъ причинъ и вызвало у его атмосферы, облака которой мы только и видимъ, исключительно большое среди нашихъ планетъ сжатіе у полюсовъ, достигающее $\frac{1}{10}$ доли его экваторіальнаго діаметра. Если бы Сатурнъ началъ вращаться только въ $2\frac{1}{2}$ раза скорѣе, или если бы константа поля его тяготѣнія уменьшилась во столько же разъ, то всѣ предметы на его экваторѣ потеряли бы тяжесть и начали бы отдѣляться отъ него и описывать самостоятельныя орбиты, какъ чуждыя ему свѣтила.

Конечно, мы не имѣемъ прямыхъ фактическихъ указаній ни на ускореніе его вращенія, ни на ослабленіе поля его тяготѣнія, до большей степени, чѣмъ видимъ это теперь, но мы имѣемъ передъ глазами фактъ существованія у него колецъ, съ которыми мы должны считаться. Еще Лапласъ видѣлъ въ нихъ одну или нѣсколько зарождающихся планетокъ и, несмотря на высказанную недавно идею, что это, можетъ быть, уже, наоборотъ, диссоціировавшійся спутникъ, все говоритъ за справедливость первоначальной идеи Лапласа. Благодаря возмущающему дѣйствию уже сформировавшихся дѣтей Сатурна, вещество его колецъ раздѣлилось на

нѣсколько отдѣльныхъ концентрическихъ частей. Еще въ 1867 г. Кирквудъ показалъ, что главное, такъ называемое Кассиніево раздѣленіе колець, совпадаетъ съ мѣстомъ односторонняго накопленіе возмущающихъ дѣйствій, по крайней мѣрѣ, четырехъ спутниковъ Сатурна, потому что время обращенія всякихъ свободно несущихся частицъ находится здѣсь въ простомъ кратномъ отношеніи ко времени обращенія этихъ спутниковъ. Затѣмъ, Мейеръ показалъ то же самое и для остальныхъ свободныхъ промежутковъ, лежащихъ между отдѣльными частными кольцами. Все это заставляетъ признать, что кольца Сатурна состоятъ изъ твердыхъ мелкихъ кристалликовъ какого-то снѣжно-бѣлаго вещества, при чемъ каждый кристалликъ описываетъ самостоятельную орбиту. Это подтверждаетъ и спектральный анализъ, не обнаруживающій здѣсь никакихъ линий поглощенія, кромѣ солнечныхъ и земныхъ, тогда какъ спектръ самого Сатурна всегда пересѣченъ темной полосой іовія.

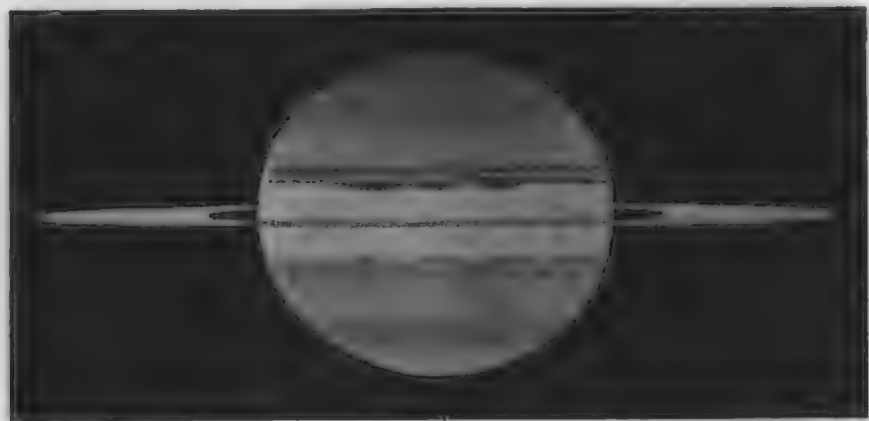
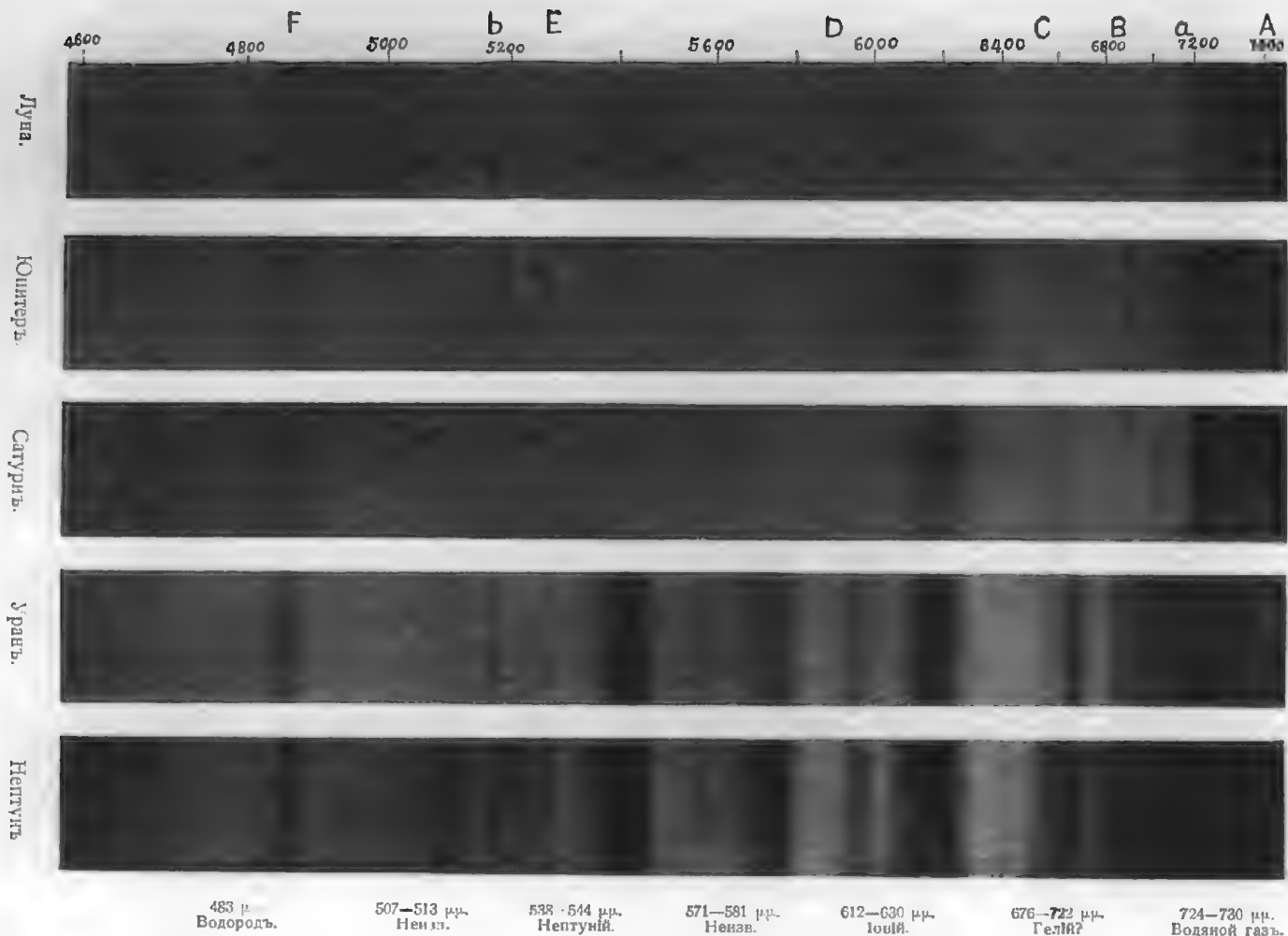


Рис 358. Сатурнъ 7 сент. (н. с.) 1907 года, по рис. Фурнье. (Journ. Soc. Astr. de France, p. 36).

Особенно интересно, что, несмотря на огромную ширину колець, толщина ихъ не превосходитъ и нѣсколькихъ десятковъ километровъ (рис. 357). Однако, несмотря на эту крайнюю сжатость, только самое внутреннее кольцо полупрозрачно, а главные, внѣшнія, бросаютъ совершенно темныя тѣни на дискъ Сатурна,—такъ плотно расположены въ нихъ отдѣльно кружащіяся космическія снѣжинки, которымъ суждено когда-нибудь составить твердыя ядра новыхъ спутниковъ и, такимъ образомъ, дать зародышъ для развитія въ нашей солнечной системѣ новыхъ ея членовъ! Почему они не сталкиваются между собою, не теряютъ отъ этого своихъ скоростей и не падаютъ на Сатурна? Не происходитъ ли это оттого, что всѣ эти частицы заряжены одноименными электронами, и потому обходятъ другъ друга, а когда теряютъ заряды,—сейчасъ же, можетъ быть, съ могучими молніями вокругъ образуютъ планету? Недавность ихъ отдѣ



Спектры луны и за-астрондныхъ планетъ (по М. Slipher'у въ Лоуэллской обсерватори, въ Америкѣ).

„ИТОГИ НАУКИ“.

Изд. Т-ва „МІРЪ“.

ленія отъ Сатурна доказывается, между прочимъ, и тѣмъ, что они лежатъ какъ разъ въ современной плоскости его экватора. Если бы они отдѣлились давно, то, благодаря прецессионному движенію оси вращенія Сатурна, его экваторъ уже успѣлъ бы перейти въ другую плоскость и не совпадалъ бы болѣе съ плоскостью обращенія колецъ, узлы которыхъ получили бы совершенно независимое движеніе вдоль ихъ орбиты вокругъ Солнца.

О сложившихся спутникахъ Сатурна мы можемъ сказать здѣсь лишь очень мало. По причинѣ дальности ихъ разстоянія, на нихъ нельзя пока видѣть никакихъ подробностей. Одинъ изъ нихъ, Япетъ, бываетъ, на западѣ отъ Сатурна, такъ же яркъ, какъ и самый большой изъ всѣхъ—Титанъ, котораго часто можно наблюдать одновременно съ Япетомъ въ полѣ зрѣнія той же самой трубы. А при переходѣ на востокъ, особенно на 7 градусовъ послѣ своего противостоянія, Япетъ бываетъ едва замѣтенъ. Все это заставляетъ предполагать, что онъ, а вмѣстѣ съ нимъ и всѣ остальные спутники Сатурна, въ меньшей степени обнаруживающіе тѣ же самыя явленія, всегда обращены къ нему, какъ и наша Луна, той же самой стороной, и эта сторона ихъ нѣсколько темнѣе внѣшней, особенно по направленію къ востоку, если смотрѣть съ Сатурна.

7. Уранъ и Нептунъ. Первостепенные космическіе вопросы, возбуждаемые ихъ особенностями.

Далеко за предѣлами древняго неба, съ его послѣдней планетой Сатурномъ, кружатся вокругъ Солнца еще двѣ, которыхъ нельзя видѣть простымъ глазомъ. Первая изъ нихъ—Уранъ—была открыта 13-го марта 1781 г. Вильямомъ Гершелемъ въ Англіи, а вторая—Нептунъ—астрономомъ Галле въ Берлинѣ по приблизительнымъ указаніямъ Леверрье, которому тогдашній директоръ Парижской обсерваторіи, Франсуа Араго, поручилъ сдѣлать вычисленія возмущеній Урана въ предположеніи дѣйствія на него посторонней планеты, разстояніе которой отъ Солнца соотвѣтствовало бы правилу Тициуса—Боде. Сдѣлавъ предложенныя Араго вычисленія, Леверрье и получилъ возможность довольно точно опредѣлить мѣсто Нептуна на небѣ, хотя принятая имъ, по Боде, орбита и оказалась значительно большей величины, чѣмъ истинная.

Уранъ и Нептунъ представляютъ по своему физическому строенію такую же обособленную парочку, какъ Юпитеръ и Сатурнъ, хотя прослѣдить детальнѣе ихъ аналогію довольно затруднительно по причинѣ удаленности отъ насъ обѣихъ планетъ и ихъ слабой видимости. Въ лучшіе изъ нашихъ телескоповъ Уранъ представляется въ видѣ крошечнаго зеленоватаго овальнаго кружка со слабыми полосками экваторіальныхъ облаковъ и съ туманными сѣроватыми покрывалами на полюсахъ. Благодаря тому, что ось его вращенія отклонена лишь на 32° отъ плоскости его орбиты, появле-

ніе вѣтровъ, въ родѣ пассатныхъ, возможно на немъ только въ его весну и осень, такъ какъ приближеніе къ лѣтнему солнцестоянію на немъ характеризуется все суживающимися спиральными движеніями Солнца вокругъ того или другого изъ его полюсовъ, а удаленіе отъ лѣтняго солнцестоянія—такими же, но только расходящимися спиралями. Въ каждый его годъ Солнце кружится по небольшому кругу то надъ однимъ, то надъ другимъ его полюсомъ. Значить, если климатическія измѣненія на Уранѣ зависятъ, главнымъ образомъ, отъ Солнца, то въ тѣ моменты, когда эта планета обращена къ намъ (а слѣдовательно, и къ Солнцу) однимъ изъ полюсовъ, мы должны наблюдать ея облака въ видѣ концентрическихъ окружностей, а когда она обращена къ намъ, какъ въ 1883 г., своимъ экваторомъ, мы должны ихъ наблюдать въ видѣ такихъ же экваторіальныхъ полосъ, какъ и на Юпитерѣ, но только не равномерно по обѣ стороны экватора, потому что на одномъ изъ его полушарій въ это время кончается сорокагодовое лѣто, а на другомъ кончается сорокагодовая зима. Однако, эти полосы въ 1883 г. были видны равномерно, и это снова указываетъ, что климатическія перемѣны всѣхъ дальнихъ планетъ вызываются не Солнцемъ.

По временамъ замѣчали на немъ и бѣлыя пятна, въ особенности одно, 18 марта 1884 г., но наблюдать ихъ всегда было чрезвычайно трудно даже въ сильнѣйшіе изъ современныхъ телескоповъ.

Еще менѣе можно сказать о слѣдующей за Ураномъ послѣдней планетѣ нашей солнечной системы—Нептунѣ, видимомъ для насъ, лишь какъ тусклая туманная звѣздочка, безъ всякихъ подробностей. Только спектроскопъ оказываетъ намъ здѣсь нѣкоторое содѣйствіе. Кромѣ очень темной полосы поглощенія іовія (отъ 614 до 622 μ *), одинаковой съ полосой поглощенія хлорофилла у нашихъ зеленыхъ растений и наблюдаемой также у Юпитера, Сатурна и Урана (см. прилож. къ стр. 802), спектроскопъ показываетъ еще нѣсколько другихъ, изъ которыхъ особенно интенсивна полоса непуна (отъ 538 до 547 μ), специально характеризующаго атмосферу Урана и Нептуна. Этому же веществу, можетъ быть, принадлежатъ и двѣ другія темныя полосы (отъ 771 до 581 μ и отъ 656 до 664 μ). Взятъ ли линій водяного газа, мы, находимъ у обѣихъ планетъ очень усиленные линіи С и F чистаго водорода (556 и 486 μ), но заключать отсюда, что температура Урана и Нептуна такъ высока, что водородъ въ ихъ атмосферахъ еще не могъ соединиться съ кислородомъ, одна изъ линій поглощенія котораго (690 μ) тоже найдена усиленной на Уранѣ, значило бы впадать въ противорѣчіе съ основными положеніями физики. Вѣдь водородъ, при томъ давленіи междупланетной среды, какое существуетъ около земной орбиты, теряетъ свое сродство къ кислороду только при температурѣ 2000°, когда всѣ вещества приходятъ въ

*) Т.-е. микро-микроволнъ.

состояніе бѣлаго каленія. При такихъ условіяхъ мы увидѣли бы обѣ крайнія планеты нашей солнечной системы (если ихъ поверхности состоятъ изъ соединенія между собою элементовъ нашей періодической системы), свѣтящимися самостоятельно и ярко. А такъ какъ этого нѣтъ на дѣлѣ, то приходится допустить, что или давленіе междупланетной среды на такомъ разстояніи очень ослаблено, или водородъ вытѣсненъ тамъ изъ его соединеній обратно въ атмосферу какимъ-либо новымъ элементомъ, химически болѣе энергичнымъ при тѣхъ условіяхъ, или, наконецъ, линія 690 μ кислорода принадлежитъ другому газу.

Интересны также три линіи поглощенія гелія (688, 587,5 и 501,5 μ), найденныя въ атмосферѣ обѣихъ планетъ, тогда какъ у всѣхъ другихъ онѣ совершенно отсутствуютъ. Это присутствіе свободнаго водорода и гелія страннымъ образомъ сближаетъ Урана и Нептуна съ метеоритами, залетающими къ намъ изъ междупланетнаго пространства и напоминающими собою вулканическія изверженія или мелкіе осколки какихъ-то разсыпавшихся планетъ.

Для того, чтобы нагляднѣе показать соотношенія между вещественнымъ составомъ различныхъ планетныхъ атмосферъ, я привожу здѣсь спектры четырехъ внѣшнихъ „земель“ по фотографіи Slipher'a на Лоуэллевской обсерваторіи. Здѣсь съ перваго взгляда видно, какъ послѣдовательно усиливаются линіи поглощенія неизвѣстныхъ намъ газовъ по мѣрѣ удаленія планетъ отъ Солнца.

Кромѣ этихъ интересныхъ веществъ, оба крайніе компонента нашей солнечной системы отличаются отъ остальныхъ и другими особенностями, наводящими на серьезныя размышленія. Важнѣйшая изъ нихъ—это очень сильныя наклоненія ихъ экваторовъ къ орбитамъ, какъ можно видѣть изъ нижеслѣдующей таблички.

Наклоненія осей и экваторовъ планетъ къ плоскостямъ ихъ орбитъ.

	Ось вращенія.	Плоскость экватора.
Меркурій	?	?
Венера	ок. 55°	ок. 35°
Земля	ок. 66°33'	ок. 23°27'
Луна	ок. 88°5'	ок. 1°5'
Астероиды	?	?
Марсъ	ок. 65°8'	ок. 24°52'
Юпитеръ	ок. 90°	ок. 0°
Сатурнъ	ок. 64°18'	ок. 25°42'
Уранъ	между 40°—30°	между 50°—(70°)
Нептунъ	ок. 10°?	ок. 80°?
(Солнце)	ок. 82°45'	ок. 7°15'

Мы видимъ, что у обѣихъ послѣднихъ планетъ экваторы отклонены отъ ихъ орбитъ почти вдвое болѣе, чѣмъ у Земли, и это

должно было произойти ранѣе отдѣленія отъ нихъ спутниковъ, такъ какъ орбиты лунъ у Урана и Нептуна, въ свою очередь, оказываются отклоненными отъ плоскости экватора своихъ планетъ еще на значительный уголъ, благодаря чему и получилось у нихъ по отношенію къ пути Земли обратное движеніе.

Само собой понятно, что плоскость нашей эклиптики, какъ выбранная произвольно, не можетъ еще служить опорой для теоретическихъ выводовъ, но тотъ фактъ, что орбиты планетъ не лежатъ въ одной плоскости съ солнечнымъ экваторомъ, прямо указываетъ на то, что и создавшая нашу систему первоначальная дискообразная туманность при своемъ обращеніи около Великаго центра имѣла ось вращенія наклоненною къ нему на нѣкоторый уголъ, а потому и подвергалась, какъ всѣ наши современныя планеты, прецессионному качанію и отбрасывала свои послѣдовательныя кольца не въ одной и той же плоскости. По этой же причинѣ и сами ея кольца при своемъ разрывѣ и сгущеніи въ планеты не сохраняли первоначальныхъ осей вращенія, а пріобрѣтали новыя, болѣе или менѣе отклоненныя въ зависимости отъ того, лежалъ ли Великій центръ въ моментъ разрыва даннаго кольца въ его плоскости (какъ это неизбѣжно случается два раза во время каждаго Великаго обращенія) или выходилъ изъ нея, какъ Солнце надолго выходитъ два раза въ году изъ плоскости земного экватора.

Въ послѣднемъ случаѣ, уже элементарный анализъ показываетъ намъ, что если Великій центръ лежалъ не безконечно далеко, сравнительно съ діаметромъ планетообразующаго кольца, то ближайшая къ нему часть этого кольца въ моментъ разрыва получала къ нему большее ускореніе, чѣмъ дальнѣйшая. Это, при прочихъ неизмѣнныхъ условіяхъ, вызывало отклоненіе плоскости вращенія сгустившагося сфероида отъ плоскости его обращенія, пропорціональное отношенію діаметра кольца къ его разстоянію до Великаго центра, а также синусу половины угла его отклоненія и отношенію времени сгущенія разорвавшагося кольца ко времени его обращенія. Въ такомъ случаѣ, Юпитеръ, вращеніе котораго мало отклонилось отъ плоскости его орбиты, долженъ былъ образоваться изъ кольца, разорвавшагося въ тотъ космическій моментъ, когда Великій центръ былъ въ его плоскости, такъ сказать, въ періодъ Великаго равноденствія. А Уранъ и Нептунъ, наоборотъ, должны были образоваться въ періодѣ „Великаго центростоянія“. При огромной длинѣ ихъ орбитъ и продолжительности обращенія, возмущающее дѣйствіе Великаго центра могло быть на обѣ послѣднія планеты настолько сильно, что способно было вызвать даже и большія наклоненія ихъ осей.

Если же какое-либо кольцо, благодаря тѣмъ или другимъ возмущающимъ вліяніямъ, распадалось на цѣлый рядъ отдѣльныхъ частей, то та же самая космическая причина, которая обуславливала отклоненія осей у единично образовавшихся свѣтилъ, здѣсь вызвала

разсѣянiе орбитъ по различнымъ плоскостямъ. Это мы и замѣчаемъ у астероидовъ. Отсюда понятно, что и Луна, если она образовалась, какъ мы предполагали выше, одновременно съ Землей изъ того же самаго солнечнаго кольца, должна была получить болѣе перпендикулярную ось, чѣмъ наша планета, благодаря своему почти въ 60 разъ меньшему объему и еще меньшей массѣ.

Значитъ, вліяніе Великаго центра неизбѣжно должно было вызвать въ солнечной системѣ уклоненія орбитъ отъ идеальной круговой формы и отклоненія осей вращенія планетъ отъ перпендикулярнаго положенія. Какъ результатъ этихъ послѣднихъ перемѣнъ и начавшагося благодаря имъ прецессиональнаго дѣйствія Солнца на планеты и ихъ кольца, должны были явиться также и отклоненія орбитныхъ плоскостей у планетныхъ спутниковъ, зародышные кольца которыхъ всегда отлагались, какъ у Сатурна, въ плоскости ихъ экватора, но только самъ этотъ экваторъ постоянно качался.

Такимъ образомъ, все въ планетномъ мірѣ, въ особенности при разсмотрѣніи большихъ отдаленныхъ планетъ, указываетъ намъ, что въ эволюціи солнечной системы играло и до сихъ поръ играетъ роль не одно наше центральное свѣтило, а также и какой-то другой, еще болѣе могущественный центръ обращенія всѣхъ видимыхъ нами звѣздъ. Здѣсь намъ приходится удивляться никакъ не разнообразію эксцентрицитетовъ и другихъ индивидуальныхъ особенностей въ движеніяхъ планетъ и ихъ спутниковъ, а, напротивъ, тому, что эти особенности слишкомъ малы и часто накапливаются въ томъ же самомъ направленіи. Примѣръ этого мы видимъ у четырехъ спутниковъ Урана, плоскости орбитъ которыхъ довольно близки другъ къ другу, хотя наклонены значительно къ его экватору, какъ будто всѣ они образовались разомъ изъ многочисленныхъ, какъ у Сатурна, колецъ въ тотъ же самый космическій періодъ.

Все это совершенно уничтожаетъ единственное серьезное возраженіе противъ гипотезы Лапласа, объяснившей происхожденіе солнечной и звѣздныхъ системъ путемъ кольцеванія. (Возраженіе это заключалось въ томъ, что спутники Урана по отношенію къ нашей современной эклиптикѣ имѣютъ „обратное“ движеніе, а между тѣмъ такое движеніе легко могло случиться, если ось Урана сильно покачнулась при его образованіи, а затѣмъ и спутники отклонились еще отъ его экватора).

Второе же возраженіе, будто по гипотезѣ Лапласа планеты должны бы были вращаться на своихъ осяхъ въ обратномъ направленіи къ ихъ орбитальному движенію, хотя и вошло въ нѣкоторые учебники, основано на явной ошибкѣ. Во всякомъ кольцѣ, составленномъ изъ отдѣльно летящихъ частичекъ, внутреннія частицы, какъ болѣе близкія къ центру тяготѣнія, должны, конечно, обладать и большими поступательными скоростями какъ при круговомъ, такъ и при эллиптическомъ движеніи. Но слѣдуетъ ли изъ этого, что, и при разрывѣ кольца и при его сосредоточеніи въ сфероидъ

вращения, частицы послѣдняго, болѣе близкія къ центру его орбиты, будутъ попрежнему опережать дальнѣйшія, вслѣдствіе чего получится вращеніе сфероида въ сторону, обратную его движенію?— Конечно, и эта тенденція будетъ имѣть свое вліяніе, но даже и при довольно широкомъ кольцѣ она будетъ преодолеваться другой обратной, возникающей отъ дѣйствія центра тяготѣнія, образовавшагося, послѣ разрыва, внутри самого кольца, на мѣстѣ появившагося въ немъ сфероида. Благодаря его притяженію, задній конецъ разорвавшейся окружности, стремясь къ сфероиду получить дополнительную скорость. Центробѣжная сила его орбитальнаго движенія увеличится и унесетъ его далѣе за орбиту. Передній же конецъ, тяготясь къ тому же центру сфероида, получитъ ускореніе въ обратную сторону. Центробѣжная сила его орбитальнаго движенія уменьшится, и онъ начнетъ падать къ центру, вслѣдствіе чего пойдетъ подѣ орбиту. Въ результатѣ въ мѣстѣ сгущенія образуется пара силъ, заставляющая свѣтило вращаться какъ разъ въ томъ же направленіи, въ какомъ оно движется.

Такимъ образомъ, при всякомъ разрывѣ кольца бываетъ борьба двухъ силъ. Первая—возникающая изъ него самого и побуждающая сфероидъ вращаться въ направленіи, обратномъ орбитальному движенію—будетъ при прочихъ равныхъ условіяхъ прямо пропорціональна отношенію ширины кольца къ радіусу его орбиты, а вторая—противодѣйствующая ей—будетъ прежде всего прямо пропорціональна силѣ тяготѣнія концовъ разорваннаго кольца къ ихъ средней части, т.е. будетъ зависѣть отъ его „астрономической плотности“. При ея малой величинѣ и большой ширинѣ кольца вращеніе будетъ обратное орбитальному движенію; при большой плотности и малой ширинѣ—прямое, а при равновѣсіи обѣихъ и совсѣмъ не произойдетъ никакого вращенія.

Такимъ образомъ, теорія Лапласа требуетъ только надстроекъ и дополненій, а никакъ не ея замѣны новыми гипотезами, въ родѣ придуманной Фаемъ и другими въ томъ же родѣ, не объясняющими даже первостепенныхъ фактовъ въ строеніи солнечной системы. Почти нѣтъ ни малѣйшаго сомнѣнія, что, кромѣ силъ притяженія, въ кольцеваніи должны участвовать и другія силы, періодически ослабляющія дѣйствіе первыхъ, вслѣдствіе чего послѣ разрыва кольца наступаетъ періодъ покоя. Можно, на примѣръ, думать, что при этомъ возбуждается однозначная іонизація какихъ-либо легкихъ компонентов планетной атмосферы, вслѣдствіе чего ихъ периферическія молекулы или образовавшіяся изъ нихъ крупинки, въ родѣ мелкихъ снѣжинокъ, начинаютъ менѣе тяготѣть къ центру обращенія, и потому отбрасываются далѣе своей центробѣжной силой, особенно большой въ экваторіальной области у планеты.

Подобное отталкиваніе мы и видимъ въ кометныхъ хвостахъ. Можно думать затѣмъ, что эта же іонизація мелкихъ твердыхъ крупинокъ или группъ молекулъ у образовавшагося кольца выдѣляетъ

на ихъ поверхностяхъ настолько сильныя, однородныя заряды электричества, что отталкивательное дѣйствіе послѣднихъ мѣшаетъ имъ сталкиваться между собою (какъ это мы замѣчаемъ по неизмѣнности вида плотныхъ, не пропускающихъ свѣта внѣшнихъ колецъ Сатурна) и даже не даетъ возможности образоваться въ нихъ и прочному центру тяготѣнія. Въ такомъ случаѣ, какъ только эти заряды будутъ сняты тихими разрядами при началѣ обратной электризаціи планеты (посредствомъ нейтральныхъ молекулъ мечущихся между кольцами и планетой, какъ бузинныя шарики), такъ сейчасъ же нарушится и равновѣсіе частицъ внутри самихъ колецъ, и въ нихъ произойдетъ ядро новой планеты, которая и начнетъ, какъ всѣ другія, свою космическую эволюцію по общимъ законамъ развитія міровъ во Вселенной. Но само собой ясно, что всѣ такого рода дополненія къ первоначальной гипотезѣ Лапласа будутъ только ея дальнѣйшимъ развитіемъ, а никакъ не ея опроверженіемъ.



Французская астрономическая виньетка XIX в.



Камень римской эпохи, изображающій Солнце въ видѣ человѣческаго лица, какъ въ Апокалипсисѣ (на другой сторонѣ этого камня—знаки Зодіака). (См. стр. 834).

V.

Свѣтило нашихъ дней и его физическое строеніе.

1. Введеніе.

Кому изъ насъ не приходилось читать у Гомера о Фебѣ (или Аполлонѣ), ежедневно объѣзжающемъ небесный сводъ на своей золотой колесницѣ, запряженной нѣсколькими конями? Здѣсь впервые мы встрѣчаемся съ представленіемъ древнихъ о свѣтилахъ, какъ о богахъ, мчащихся по небу въ лучезарныхъ экипажахъ, и это поэтическое представленіе держалось такъ прочно, что отголоски его мы часто находимъ и теперь въ аллегорическомъ художествѣ. Такова, напримѣръ, медаль съ Гелиосомъ, правящимъ шестеркой лошадей, выбитая Парижской Академіей Наукъ въ память о двухъ послѣднихъ прохожденіяхъ Венеры по диску Солнца, которыя дали намъ возможность болѣе точно, чѣмъ раньше, опредѣлить разстояніе Земли отъ центра ея орбиты.

Почему для этого опредѣленія была необходима Венера?

Очень просто. Третій законъ Кеплера позволилъ намъ съ точ-



ностью вычислять относительныя разстоянія планетъ отъ Солнца (считая среднее разстояніе Земли за единицу), но онъ не далъ намъ средства представить эти величины въ нашихъ человѣческихъ мѣрахъ. Для того, чтобъ сдѣлать это, нужно было опредѣлить, хотя бы въ какой-либо одинъ моментъ, разстояніе Земли до одной изъ планетъ въ принятыхъ нами условныхъ единицахъ мѣры. Но даже Марсъ въ самомъ ближайшемъ къ намъ положеніи оказался слишкомъ далекъ для того, чтобы два наблюдателя, помѣщающихся въ различныхъ мѣстахъ земного шара, могли найти какую-либо разницу въ углѣ его видимости для нихъ и опредѣлить по ней тригонометрическимъ путемъ его разстояніе отъ Земли, какъ опредѣлили уже давно разстояніе до Луны, единственное въ планетномъ мірѣ, по которому нельзя вычислить наше разстояніе отъ Солнца. Вращаясь одиноко вокругъ самой Земли, Луна не можетъ, конечно, быть годной для опредѣленій по третьему закону Кеплера, приводящему въ связь между собою лишь свѣтила, кружащіеся около одного и того же центра. Единственная планета, которая достаточно близко подходила къ Землѣ, была Венера, но ея ближайшія разстоянія отъ насъ какъ разъ совпадаютъ съ временами ея прохожденій между Землей и Солнцемъ, когда ея совсѣмъ не видно съ Земли, если она, какъ и случается большею частью, проходитъ немного выше или ниже эклиптики.

Очевидно, что нужно было ждать такого момента, когда эта невидимка перспективно пройдетъ по самому диску Солнца, и когда ее можно будетъ наблюдать на немъ въ видѣ темной точки. Такія событія послѣ Коперника происходили только въ 1631, 1639, 1761, 1769, 1874 и 1882 годахъ и произойдутъ затѣмъ лишь въ 2004 и 2012 годахъ. Понятно, съ какимъ нетерпѣніемъ ожидали ихъ астрономы, послѣ того какъ ученіе Коперника получило среди нихъ всеобщее признаніе. И ихъ надежды на Венеру не оказались тщетными. При первыхъ же наблюденіяхъ обнаружилось, что для двухъ астрономовъ, изъ которыхъ одинъ находился въ сѣверномъ, а другой въ южномъ полушаріи Земли, черная точка Венеры двигалась по диску Солнца не на томъ же самомъ разстояніи отъ его сѣвернаго или южнаго полюса, а дала на немъ двѣ полосы—одну повыше и другую пониже. Это значитъ, что размѣры того разстоянія на Землѣ, на которомъ помѣщались оба наблюдателя не незамѣтно малы, сравнительно съ разстояніемъ отъ насъ Венеры въ это же самое время. По величинѣ расхожденія полосокъ нетрудно было вычислить тригонометрически и самое разстояніе между Землей и Венерой для этого момента въ обычныхъ единицахъ. Отсюда было получено пересчисленіемъ и приведенное выше на нашихъ таблицахъ разстояніе Земли отъ Солнца, около $149\frac{1}{2}$ милліоновъ километровъ, а это тотчасъ дало возможность опредѣлить въ человѣческихъ единицахъ и собственные размѣры нашего дневного свѣтила и всѣ остальные линейныя, объемныя и другія константы солнечной системы.

Въ полученныхъ такимъ образомъ цифрахъ тотчасъ же обнаружился рядъ неожиданностей. Прежде всего константа силы притяжения Солнца оказалась необыкновенно мала сравнительно съ такой же константой Земли. Диаметръ Солнца оказался въ $108\frac{1}{2}$ разъ болѣе земного, его поверхность вычислилась превосходящей земную въ 12000 разъ, а объемъ въ 1.280.000 разъ. Но поле тяготѣнія Солнца, опредѣленное по орбитному движенію Земли, оказалось сильнѣе земного только въ 322.000 разъ, слѣдовательно его „астрономическая плотность“, т.е. средняя величина силы притяжения въ каждомъ кубическомъ сантиметрѣ его объема, не только не больше, чѣмъ у Земли, но составляетъ лишь 0,253 долю земной „астрономической плотности“.

При допущеніи, что „астрономическая плотность“ тождественна съ „физическою“, т.е. съ „количествомъ инертной массы въ единицѣ объема“, приходится вывести, что Солнце построено изъ матеріаловъ, вчетверо болѣе разрѣженныхъ, чѣмъ наша Земля, въ среднемъ лишь на $\frac{1}{10}$ превосходящихъ плотность нашей воды (1,4 по отношенію къ водѣ). А однако спектральный анализъ показываетъ намъ въ атмосферѣ Солнца присутствіе тяжелыхъ газовъ желѣза, барія, свинца и т. д., свидѣтельствуя этимъ, что въ его центральныхъ областяхъ должны находиться еще болѣе плотныя вещества! Въ результатѣ, повидимому, становится необходимымъ отказаться отъ мысли о тождествѣ астрономической плотности свѣтилъ съ ихъ физической плотностью, или признать, что Солнце, а съ нимъ и всѣ звѣзды, газообразны. А противъ послѣдняго допущенія говоритъ многое, и прежде всего физическія особенности поверхностныхъ слоевъ самого Солнца и явленія, въ нихъ происходящія.

Разберемъ же болѣе детально этотъ важный вопросъ.

2. Солнечная фотосфера.

Когда мы взглянемъ въ телескопъ на солнечную поверхность, мы увидимъ ее сплошь покрытою лучезарными кучевыми облаками, которыя, какъ показываютъ новѣйшіе методы фотографированія въ различныхъ монохроматическихъ лучахъ, всѣ пропитаны газами кальція, калия и т. д. Эта оболочка называется фотосферой Солнца. Толщина ея хотя и достигаетъ многихъ тысячъ километровъ, однако, сравнительно, она не толще, чѣмъ сплошныя слоевыя облака въ нашей земной атмосферѣ въ ненастные осенніе дни, если примемъ во вниманіе относительную величину Солнца. Другими словами, на Солнцѣ никогда не проходитъ особое лучезарное ненастье, похожее по существу на тѣ мгlistыя ненастья, какія мы видимъ въ настоящее время и на Юпитерѣ, и на Сатурнѣ, и на Венерѣ, и какое наблюдали бы и на нашей Землѣ, если бъ средняя температура ея твердой поверхности была градусовъ на тридцать больше, чѣмъ

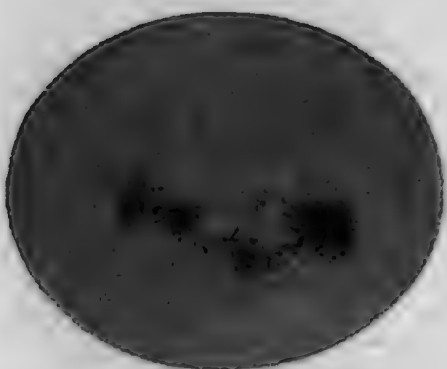
теперь, и если бъ уровень ея океановъ былъ выше современнаго на нѣсколько десятковъ метровъ.

Эти солнечныя облака самостоятельно двигаются въ его атмосферѣ, состоящей, повидимому, главнымъ образомъ изъ гелія и водорода (взамѣнъ нашихъ кислорода и азота), и кромѣ того, увлекаются вращающейся подъ ними поверхностью Солнца въ ея движеніи отъ запада къ востоку и бѣгутъ вмѣстѣ съ нею въ томъ же направленіи, какъ кружатся планеты, какъ вращается Земля на своей оси.

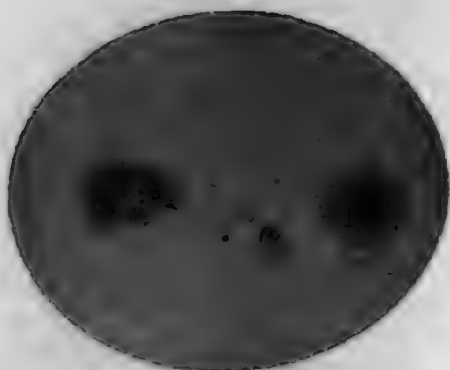
Солнечная атмосфера, подобно земной, тоже не всегда бываетъ спокойна. Время отъ времени въ ней возникаютъ могучіе ураганы и вертикальныя теченія, прорывающія всю ея толщу, и тогда мы говоримъ, что на Солнцѣ появилось пятно или цѣлая ихъ группа, потому что болѣею частію ихъ возникаетъ по нѣскольку сразу, различной величины. На мѣстѣ, гдѣ вскорѣ должны образоваться пятна, появляются сначала легкія бѣлыя, свѣтлыя возвышенія фотосферы, а затѣмъ фотосфера прорывается, и пятна начинаютъ расти, достигая иногда, черезъ нѣсколько дней, такой огромной величины, что крупнѣйшія изъ нихъ замѣтны для насъ даже при наблюденіи невооруженнымъ глазомъ въ видѣ маленькой точки. Десятки земныхъ шаровъ могли бы помѣститься въ нихъ рядомъ одни съ другими. Затѣмъ фотосфера вновь начинаетъ заволакивать пятна, и они одно за другимъ исчезаютъ безъ слѣда, нерѣдко ранѣе полного оборота Солнца на его оси, а иногда и позднѣе. Одно существовало даже болѣе года.

Обыкновенный видъ вполне развитаго солнечнаго пятна бываетъ такимъ, какъ оно представлено на нашихъ рисункахъ (рис. 359). Въ его серединѣ находится буроватое мутное пространство (ядро пятна), кажущееся намъ совершенно темнымъ отъ контраста съ окружающей его яркой фотосферой. Это какъ бы окно, черезъ которое мы смотримъ въ подфотосферную глубину, но она не показываетъ намъ деталей своего дна по тѣмъ же причинамъ, по которымъ мы не видимъ предметовъ во внутренности дома, когда издали глядимъ днемъ въ его раскрытую дверь, хотя бы за нею въ комнатѣ и было достаточно свѣтло. На краяхъ прорыва фотосферы ясно видно всю ея толщу и даже ея строеніе. Вся она образована свѣтлыми вертикальными струйками, перемежающимися съ темными прослойками, свидѣтельствующими, что здѣсь происходятъ могучіе восходящіе и нисходящіе потоки „солнечнаго воздуха“. Для того, чтобы замѣтить въ наши телескопы въ отдѣльности подобныя облачныя образованія на такомъ огромномъ разстояніи, необходимо, чтобы они были не менѣе сотни километровъ шириной, иначе говоря, въ цѣлую нашу губернію. Въ дѣйствительности же они доходятъ и до 3000 километровъ длины. Постоянно измѣняя свою форму, они то разрастаются, то таютъ, какъ и наши кучевыя облака.

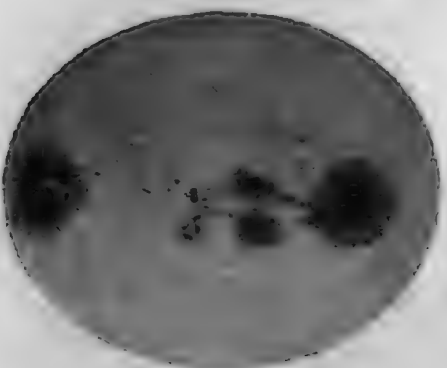
Отсюда ясно, что солнечная фотосфера представляетъ собою не сплошныя облака, а нѣчто въ родѣ повсемѣстнаго скопленія



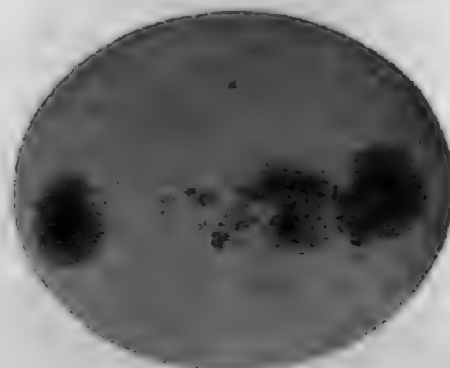
22 іюня (н. с.) 23 ч. 55 м. 0 с.



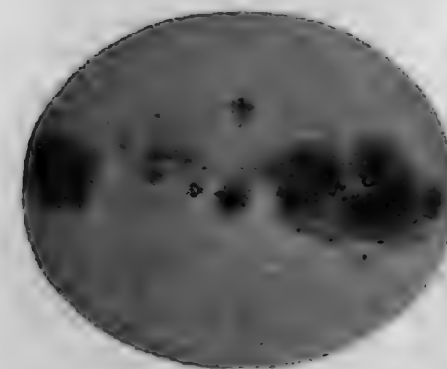
23 іюня 20 ч. 16 м. 20 с.



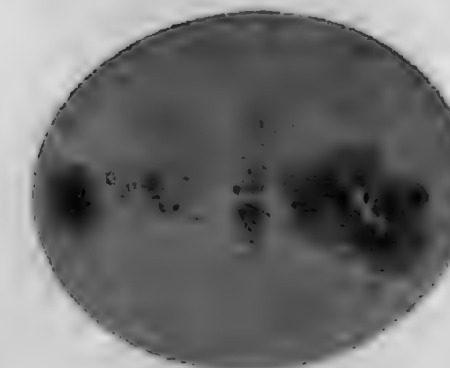
24 іюня 20 ч. 14 м. 25 с.



25 іюня 5 ч. 3 м. 15 с.



26 іюня 4 ч. 19 м. 0 с.



27 іюня 4 ч. 17 м. 0 с.

Рис. 359. Перемѣны въ группѣ солнечныхъ пятенъ отъ 22 до 27 іюня 1905. По фотографіи А. Ганскаго въ Пулковѣ (Mittheilungen, № 25).

кучевыхъ, тоже образующихся и на Землѣ на извѣстномъ опредѣленномъ уровнѣ ея атмосферы въ поднимающихся за этотъ уровень восходящихъ потокахъ воздуха. Охлаждаясь отъ расширенія до того, что растворенный ими водяной газъ уже не можетъ оставаться въ невидимомъ состояніи, они выдѣляютъ его у насъ изъ себя въ формѣ мельчайшихъ жидкихъ пылинокъ, составляющихъ всякое облако. Значитъ, и на Солнцѣ облачные столбы или такъ называемые „ивовые листочки“ солнечныхъ пятенъ, вершины которыхъ выступаютъ надъ фотосферой и по всей ея спокойной поверхности (гдѣ ихъ называютъ гранулами), являются естественными продуктами сгущенія въ микроскопическіе жидкіе пузырьки, или твердые кристаллики, какихъ-то газовъ, находящихся въ прозрачной геліо-водородной атмосферѣ Солнца въ растворенномъ состояніи нѣсколько ниже начала фотосферы.

Восходящія теченія этой атмосферы, расширяясь по адиабатическому закону, по мѣрѣ своего поднятія въ высоту, неизбежно должны выдѣлять ихъ изъ себя въ непрозрачное облачное состояніе на совершенно опредѣленной высотѣ и должны заканчивать ихъ выдѣленіе тоже на нѣкоторомъ опредѣленномъ уровнѣ. Затѣмъ такіе теченія должны опускаться снова внизъ свободными отъ паровъ или вновь поглощая уже выдѣленные ими облака, чтобы заполнить пространство, оставляемое внизу восходящими потоками, какъ бываетъ въ лѣтніе дни и у насъ на Землѣ. На такое облакообразное строеніе указываетъ намъ сплошной спектръ фотосферы, обнаруживающій, что она состоитъ изъ мельчайшихъ твердыхъ снѣжинко-подобныхъ кристалликовъ или жидкихъ микроскопическихъ облачныхъ капелекъ.

Какимъ веществамъ могли бы принадлежать Солнечныя облака? Нахожденіе надъ фотосферой сравнительно тонкаго, такъ называемого „обрашающаго слоя“, содержащаго въ себѣ газы желѣза, металловъ платиновой группы и даже газообразный углеродъ, отъ котораго найдено цѣлыхъ двѣсти линій, показываетъ, что температура надъ фотосферой не можетъ быть ниже 4—5 тысячъ градусовъ, когда не только наши самые тугоплавкіе металлы, но даже углеродъ находится въ лучисто-прозрачномъ для нашего глаза состояніи. Очевидно, что, опустившись еще болѣе внизъ, въ облака фотосферы, ни одинъ изъ этихъ газовъ никакъ не можетъ охладиться до перехода хотя бы и въ микроскопическія капельки или кристаллики, такъ какъ по мѣрѣ увеличенія давленія внизу увеличивается, по адиабатическому закону, и температура нисходящихъ слоевъ солнечной атмосферы до 8 или 10 тысячъ градусовъ, какъ объ этомъ свидѣлствуютъ и непосредственныя калориметрическія измѣренія Солнца по многимъ способамъ. При этомъ газы всѣхъ извѣстныхъ намъ элементовъ періодической системы давно находятся исключительно въ перегрѣтомъ и неспособномъ образовать облако состояніи, много выше своей критической температуры кипѣнья.

Отсюда ясно, что дающія яркій сплошной спектръ облака солнечной фотосферы или „лиловые листки“ въ стѣнахъ ея прорывовъ-пятенъ не могутъ состоять ни изъ одного элемента нашей поверхностно-земной періодической системы, включая сюда и ея самый тугоплавкій углеродъ, и ни изъ одного химическаго соединенія между собою этихъ элементовъ, такъ какъ температура ихъ превращенія въ газъ или даже, можетъ быть, диссоціаціи много ниже температуры фотосферы. Фотосфера можетъ состоять только изъ какого-то сильно распространеннаго на Солнцѣ соединенія (какъ іовій на Юпитерѣ или нептуній на Нептунѣ), образующаго на его невидимой нами поверхности обширные океаны, растворяющагося въ нижнихъ слояхъ его геліево-водородной атмосферы, какъ вода нашихъ морей въ воздухъ, но, поднявшись вверхъ на извѣстную высоту, снова осаждающагося изъ своего прозрачнаго раствора въ видѣ обширнаго покрова кучевыхъ облаковъ, подобныхъ нашимъ.

Предполагать, что эти облака состоятъ не изъ одного, а изъ смѣси многихъ, одновременно перешедшихъ въ облачное состояніе, элементовъ или ихъ соединеній, въ настоящее время нѣтъ никакихъ причинъ. Ясно, что средняя температура солнечной фотосферы должна быть близка къ температурѣ замерзанія находящейся подъ ней фотосферо-образующей жидкости, а температура находящейся прямо надъ ней солнечной атмосферы должна быть менѣе температуры ея кипѣнія. При другихъ условіяхъ не могло бы образоваться постоянной облачности на Солнцѣ, на одномъ и томъ же его сферическомъ уровнѣ.

3. Въ глубинѣ Солнца.

Является вопросъ: состоитъ ли вся глубина Солнца изъ этой жидкости, астрономическая плотность которой въ такомъ случаѣ должна быть въ 1,4 раза болѣе плотности нашей воды, или подъ ней находится еще твердое дно? На послѣдній вопросъ даетъ намъ утвердительный отвѣтъ анализъ вращательнаго движенія какъ самого Солнца, такъ и верхнихъ слоевъ его атмосферы, и въ особенности неоднородность строенія его поверхности, проявляющаяся въ томъ, что солнечныя пятна чаще образуются на однѣхъ его долготяхъ, чѣмъ на другихъ.

Разберемъ сначала теченія въ солнечной атмосферѣ на высотѣ ея фотосферы. Хотя солнечныя пятна, продолжительность существованія которыхъ доходитъ до нѣсколькихъ мѣсяцевъ, и представляютъ собою мѣста прорвавшихъ фотосферу сильныхъ восходящихъ или нисходящихъ теченій „солнечнаго воздуха“ или какихъ-то довольно прозрачныхъ газовъ, имѣющихъ свое собственное движеніе, но они, какъ и прорывы въ земныхъ облакахъ, прежде всего уносятся, вмѣстѣ съ остальными предметами, вращающеюся поверхностью своего свѣтила, и слѣдовательно обращаются вокругъ его оси. Значитъ, по нимъ можно опредѣлить, хотя и не вполне точно, и

время обращенія данныхъ частей фотосферы. Точно такъ же можно вычислить и обращеніе находящагося надъ фотосферой поглощающаго слоя солнечной атмосферы, по смѣщенію линій его металлическихъ газовъ на приближающемся и на удаляющемся отъ насъ краѣ Солнца. При этомъ оказалось, что поглощающій слой вращается медленнѣе находящагося надъ нимъ облачнаго, а этотъ послѣдній медленнѣе находящагося подъ нимъ нижняго прозрачнаго слоя, изъ котораго то тутъ, то тамъ выдѣляются и всплываютъ вверхъ сквозь фотосферу необыкновенно сильно свѣтящіеся и тоже облачные, а не газовыя, образования, иного, чѣмъ фотосфера, состава, называемыя факелами (рис. 362).

Вотъ таблица обращенія каждаго солнечнаго слоя на различныхъ широтахъ:

Средняя солнечная широта.	Среднее время обращенія.		
	Факеловъ.	Фотосферы.	Поглощающей сферы.
0°	24 ^ч ,66	25 ^ч ,09	25 ^ч ,46
15	25 ^ч ,26	25 ^ч ,44	26 ^ч ,35
30	25 ^ч ,48	26 „	27 ^ч ,57

Мы видимъ, что, чѣмъ выше слой, тѣмъ медленнѣе обращается онъ вокругъ Солнца, и это можетъ имѣть двѣ причины:

1) Восходящія теченія газовъ, поднимаясь въ верхніе слои атмосферы, сохраняютъ и въ нихъ свою первоначальную скорость обращенія, но этой скорости уже недостаточно вверху для завершенія ими полного оборота въ то же самое время, какъ и внизу, гдѣ имъ приходилось идти по меньшей окружности. Отсюда и должны являться добавочныя минуты, и по разницѣ въ обращеніи нижняго факело-образующаго слоя съ обращеніемъ фотосферы и хромосферы на солнечномъ экваторѣ можно даже вычислить, что факело-образующій нижній слой (можетъ быть, сама твердая поверхность Солнца) лежитъ подъ фотосферой на разстояніи, немного превышающемъ $\frac{1}{100}$ долю солнечнаго радіуса, а середина поглощающаго слоя на такую же величину выше фотосферы.

2) Надъ твердой или отчасти жидкой поверхностью, служащей, вѣроятно, и факело-образующимъ слоемъ, существуютъ въ солнечной атмосферѣ такія же общія теченія отъ полюсовъ къ экватору, какъ и на Землѣ. Эти теченія стремятся все время сохранять свою начальную поступательную скорость, но треніе о солнечную поверхность съ каждымъ новымъ приближеніемъ ихъ къ экватору постепенно ускоряетъ ихъ, хотя не доводитъ средніе и верхніе слои атмосферы даже и на самомъ экваторѣ до скорости солнечной поверхности, которая по такимъ соображеніямъ должна завершить



Гранулы въ 4 ч. 16 м. 15 сек.



Онѣ же въ 4 ч. 17 м. 40 сек.

Рис. 360. Движенія гранулъ въ солнечной фотосферѣ 25 іюня 1905 г. По фотографіямъ А. Ганскаго въ Пулковѣ (Mitteilungen, № 25, 1905 г.).



Тѣ же гранулы въ 5 ч. 3 м. 15 сек.



Тѣ же гранулы въ 5 ч. 4 м. 15 сек.

Рис. 361. Движенія гранулъ въ солнечной фотосферѣ 25 іюня 1905 г. По фотографіямъ А. Ганскаго (Mitteilungen, № 25, 1905 г.).

полный оборот не болѣе какъ въ $24\frac{1}{2}$ дня. Здѣсь происходитъ то же самое, что бываетъ и у насъ съ теченіемъ рѣкъ, все время напорающихъ на свой западный берегъ, когда онѣ текутъ отъ полюсовъ къ экватору (и притомъ болѣе всего близъ полюсовъ, и менѣе всего близъ экватора). Значитъ, отставаніе вѣтровъ и на Солнцѣ должно быть тѣмъ болѣе, чѣмъ далѣе мы отодвигаемся отъ его экватора. Это должно отразиться на увеличеніи времени обращенія его атмосферы на болѣе высокихъ широтахъ еще и потому, что соотвѣтствующіе такимъ широтамъ параллельные круги меньше по своей абсолютной величинѣ, и потому вычитъ изъ нихъ

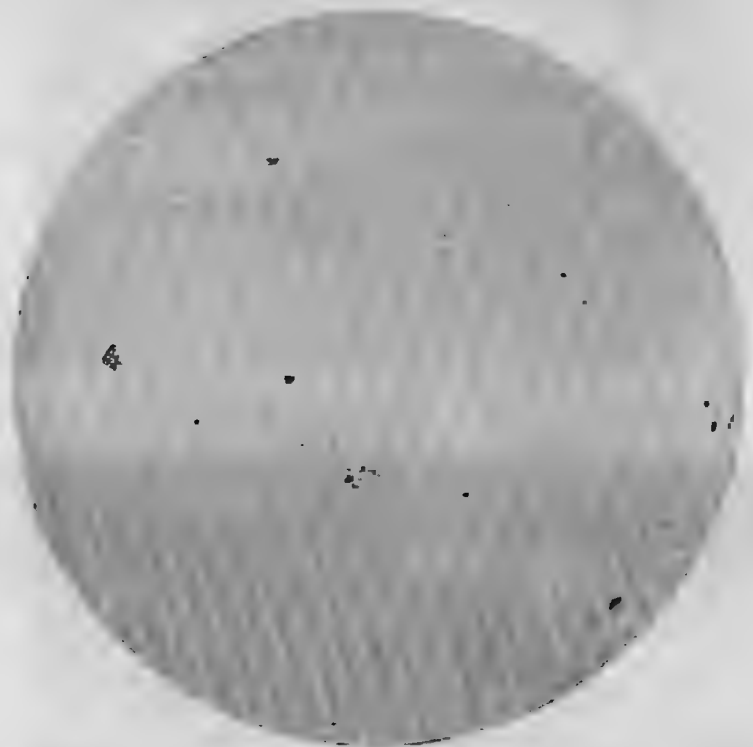


Рис. 362. Солнечные факелы и пятна. (При визуальномъ наблюденіи).

одинаковыхъ „боковыхъ отсталостей“, противоположныхъ вращенію Солнца, долженъ вызвать у такихъ поперечныхъ къ экватору теченій соотвѣтственно большее запозданіе прихода подъ тотъ же самый меридіанъ окружающаго ихъ звѣзднаго неба.

То же самое мы видимъ и у Юпитера, и у Сатурна и, несомнѣнно, увидѣли бы, глядя съ Луны, и на Землѣ, на которой „отставаніе“ проявляется такъ характерно въ пассатныхъ вѣтрахъ.

Но у Земли пассатные вѣтры объясняются болѣшимъ нагрѣваніемъ солнечными лучами ея экваторіальнаго пояса, у Солнца же фотосфера во всѣхъ своихъ поясахъ излучаетъ, въ среднемъ, одина-

ковое количество энергіи, принадлежащей 45—50° гаммамъ электромагнитныхъ колебаній (см. табл. VI, стр. 794), перерабатываемыхъ поверхностными веществами Земли въ свою теплоту, т.-е. въ энергію взаимнаго раздвиженія молекулъ. Слѣдуетъ ли отсюда, что плотность газовъ на экваторѣ Солнца тоже не уменьшена всегда аномально какими-либо внѣшними воздѣйствіями? Другими словами, если фотосфера Солнца и его поверхность состоятъ изъ веществъ не нашей періодической системы, которая тамъ теперь только вырабатывается, то, не способны ли эти вещества вибрировать въ унисонъ, т.-е. давать резонансъ на другія, болѣе высокія, гаммы колебаній, напри- мѣръ, хотя бы вибраціи между 50 и 60 октавами, которыми можетъ характеризоваться недоступное для насъ излученіе Великаго центра обращенія самого Солнца и, такимъ образомъ, перерабатывать именно ихъ въ энергію своего молекулярнаго раздвиженія, а слѣдовательно и расширенія, аналогичнаго нашему калорическому? Если да, то, вмѣстѣ съ неравномѣрностями въ плотности солнечной атмосферы въ поясахъ ея наибольшей и наименьшей плотности, пассатные вѣтры могутъ также прекрасно существовать на Солнцѣ, а вмѣстѣ съ ними и бури, и ураганы, на мощность которыхъ указываютъ намъ огромныя собственныя передвиженія солнечныхъ пятенъ въ горизонтальныхъ направленіяхъ.

Вотъ вопросы, которые возникаютъ въ умѣ современнаго естествоиспытателя, желающаго соединить въ одно связанное цѣлое разрозненные данныя новѣйшихъ изслѣдованій и теоретическихъ выводовъ и въ физикѣ, и въ химіи, и въ астрономіи, и въ геологіи и въ метеорологіи. Физика приводитъ насъ къ представленіямъ объ электромагнитномъ характерѣ массъ, химія—къ сложности нашихъ современныхъ элементовъ и къ необходимости допустить для нихъ ряды болѣе первоначальныхъ прародителей, укладывающихся въ свои особыя примордіальныя періодическія системы, прежде чѣмъ привести насъ къ источнику всего—электронамъ; геологія показала намъ твердость ядра Земли и образованіе земного шара, бывшаго когда-то звѣздой, а слѣдовательно и всѣхъ остальныхъ звѣздъ, изъ концентрическихъ напластованій такихъ тугоплавкихъ веществъ, которые не могутъ принадлежать къ нашей періодической системѣ, гдѣ самымъ тугоплавкимъ элементомъ является углеродъ; астрофизика показала намъ на высоко температурныхъ звѣздахъ, въ родѣ Гаммы или Дзеты (γ и ζ) въ созвѣздіи Корабля, или Альнитана (ϵ) въ созвѣздіи Оріона, присутствіе ряда неизвѣстныхъ намъ страшно тугоплавкихъ веществъ, осѣдающихъ (очевидно, въ жидкомъ, а затѣмъ и въ твердомъ состояніи) къ ихъ центру раньше, чѣмъ онѣ, постепенно остывая, переходятъ къ золотистому типу звѣздъ, въ родѣ нашего Солнца. Такимъ образомъ, всѣ физическія науки обнаруживаютъ передъ нами единство законовъ эволюціи свѣтилъ во Вселенной.

Среди этихъ новыхъ представленій сохранившаяся по инерціи до

настоящего времени гипотеза Фая о газообразном состоянии Солнца сразу стала полным анахронизмом, тем более, что не выдерживает критики и с механической точки зрения. В самом деле, каковы должны быть законы вращения газообразного тела при наличии в нем восходящих и нисходящих потоков? В настоящее время каждая молекула на солнечном экваторе делает полный оборот в 24 дня. Если опустить ее на девяносто девять сотых солнечного радиуса, то она стала бы делать в это время сто оборотов вместо одного. Вся внешняя часть солнечного сфероида, как показывает анализ, перестала бы притягивать ее, а оставшееся под ней ядро не было бы в состоянии уравновесить ее инерцию. В центре Солнца под экватором образовалась бы, как мы уже говорили при разборе внутреннего строения Юпитера, торичеллиева пустота, в которую устремлялись бы молекулы с полюсов и были бы вовлекаемы в экваториальный круговорот, пока не обратили бы Солнце в простое вихревое кольцо туманной материи, в роде того, какое видим между Бетой и Гаммой Лиры. Но еще раньше этого все вращательное движение Солнца перешло бы в тепловую энергию вследствие повсюду происходящего трения неравномерно движущихся газов в восходящих и нисходящих течениях, и в передвижениях от полюсов к экватору и обратно, неизбежных во всяком вращающемся газовом сфероиде.

Даже и главной цели, с которой была построена гипотеза Фая,—поддержания постоянной температуры в фотосфере Солнца—она не достигает, так как упускает из виду закон концентрации температуры в больших газовых скоплениях, соответственно их постоянно увеличивающейся к центру плотности. Как ни огромна была бы температура в их глубинах, она никогда не была бы вынесена наружу восходящими потоками, так как, расширяясь, по мере поднятия вверх, они пропорционально остывали бы от собственного расширения, и на самой поверхности, где их плотность дифференциально мала, охладилась бы до крайней близости к абсолютному нулю. Излучение же из центра Солнца могло бы поддерживать температуру его фотосферы лишь в том случае, если бы внутренность его была прозрачна, а мы видим, что глубина солнечных пятен сильно задерживает световые и тепловые лучи, хотя температура на их дне и должна быть выше, чем на уровне фотосферы. Но мы уже показывали при рассмотрении Земли, что для объяснения крайней медленности охлаждения Солнца нет даже никакой нужды в специальных вспомогательных гипотезах, так как теплота светила не может излучаться в саму окружающую светонесущую, явно диатермическую среду, совместно способную нагреваться, а может только переходить от одного термического рода вещества к другому, тоже термическому. Следовательно, и от Солнца тепло способно излучаться лишь в более холодные планеты и в окружающую его космическую пыль, а это может

свестись к потере тысячной или даже меньшей доли солнечной теплоты, вычисляемой до сих пор при неправильном исходном допущении, что Солнце как будто окружено небесной сферой абсолютно поглощающей все его лучи и лучи всех звезд, но все же имеющей, несмотря на это, температуру абсолютного нуля.

4. Неоднородность солнечной поверхности под фотосферой.

Итак, гипотеза газообразного состояния внутренности Солнца не соответствует современному состоянию науки, и нам ничего не остается делать, как возвратиться к представлениям отцов спектрального анализа, Бунзена и Кирхгофа, что его внутреннее ядро находится (как и ядро всех вращающихся овальных, не кольцевидных и не дисковидных светил) в твердом состоянии и образовано большим или меньшим числом концентрических наложенных из неизвестных нам тугоплавких веществ. Последняя из этих оболочек, подобно воде на современной Земле, может быть, находится еще и в жидком состоянии, образуя обширные океаны. Просачиваясь с одной стороны в глубину Солнца сквозь свое дно и вызывая своим химизмом метаморфозы находящихся под ним более первичных соединений и вместе с этим сейсмических и вулканических явлений, аналогичных с земными, эта последняя, еще не окрещенная одежда нашего дневного светила должна проникать невидимыми испарениями и вверх в окружающую его атмосферу. Уносясь ее течениями в более редкие и холодные верхние слои, она должна выделяться там облачным покровом, сплошным при своем обилии на поверхности светила и при высокой для себя температуре, как на Венере, Юпитере и Сатурне, и частичным, как на Земле, на Марсе и на неправильно перемещенных звездах.

С этой точки зрения, чрезвычайно интересны новейшие наблюдения над неравномерным распределением солнечных пятен по поверхности. Уже давно было известно, что они появляются только около солнечного экватора, в „тропической“ зоне, главным образом между 6° и 35° северной и южной широты и, за исключением одного, проникнувшего до 50° сев. широты, никогда не заходит ни к северу, ни к югу далее 45° . Отсюда ясно, что физические условия солнечной атмосферы над экватором иные, чем над полюсами, и что солнечная метеорология этим обстоятельством сильно сближается с земной. Но, кроме того, в последнее время внимательная статистика солнечных пятен показала, что они, кроме того, чаще возникают на некоторых определенных меридиональных промежутках, и что, следовательно, строение солнечной поверхности не однородно не только по широте, но и по долготе, как это может быть только у твердого тела с

неправильно распределенными континентами и морями, состоящими из каких-либо жидкостей.

Все это прекрасно замѣтно на приведенной здѣсь таблицѣ Шевалье для 1905 г.:

Области.	Предѣлы по долготѣ.	Общая поверхность пятенъ.	
		С. полуш.	Ю. полуш.
I.	отъ 0° — 40°	12,18	5,86
II.	40° — 80°	55,52	47,01
III.	80° — 120°	21,46	22,55
IV.	120° — 160°	2,80	3,17
V.	160° — 200°	59,68	8,06
VI.	200° — 240°	50,22	7,46
VII.	240° — 280°	67,81	17,31
VIII.	280° — 320°	15,19	6,09
IX.	320° — 360°	51,22	86,67

Переложивъ это на діаграмму, вы увидите неравномерность распределенія пятенъ еще нагляднѣе.

Какъ справедливо замѣтилъ С. В. Муратовъ въ „Извѣстіяхъ русскаго астрономическаго общества“ (№ 1, 1911 г.), современная наука приводитъ къ неопровержимому заключенію, что Солнце, которое долго считалось однороднымъ шаромъ, оказывается устроеннымъ различно и по широтѣ и по долготѣ, и дѣятельность его выражается совершенно своеобразно для каждой области на его поверхности.

На Землѣ причина такой неоднородности заключается въ неравномерномъ распределеніи морей и суши, въ томъ же должна заключаться и причина ея на Солнцѣ, хотя его океаны и континенты и должны состоять изъ иныхъ веществъ. На Землѣ причина пассатныхъ и другихъ горизонтальныхъ и вертикальных теченій заключается во вліяніяхъ внѣшнихъ небесныхъ свѣтилъ, въ этомъ же должна заключаться и причина аналогичныхъ атмосферическихъ теченій и на Солнцѣ. На Землю дѣйствуетъ, прежде всего, центральное тѣло ея орбиты—Солнце, на Солнце же вліяетъ, вѣроятно же всего, то неизвѣстное, что осталось до сихъ поръ въ центрѣ его Великой Орбиты.

Мы не можемъ не отмѣтить здѣсь и еще одно поразительное на первый взглядъ, обстоятельство. Черезъ каждая одиннадцать лѣтъ наблюдается на Солнцѣ особенно много пятенъ, а въ половинѣ этого періода пятнообразовательная дѣятельность Солнца достигаетъ минимума, да и самые пояса появленія солнечныхъ вихрей то суживаются, то расширяются. Послѣ минимума, когда Солнце остается иногда цѣлые мѣсяцы совершенно чистымъ, первыя мелкія пятна возникаютъ обыкновенно между 30°—35° сѣверной или южной широты, и вмѣстѣ съ тѣмъ они всегда медленно передвигаются къ солнечному экватору, смѣняясь другими, большими. При максимумѣ поясъ возникновенія нерѣдко суживается до 16° сѣверной и южной

широты, но зато пятнообразовательная дѣятельность въ это время совсѣмъ не прекращается.

Ясно а priori, что причина такихъ строго выраженныхъ періодическихъ измѣненій, нисколько не совпадающихъ съ періодомъ вращенія Солнца, не можетъ заключаться въ немъ самомъ. Совершенно аналогичное явленіе мы видимъ и на Землѣ. Максимумы и минимумы ея полярныхъ сіяній (а вмѣстѣ съ тѣмъ и мелкихъ безпорядочныхъ колебаній, обнаруживаемыхъ при тщательномъ наблюденіи свободно подвѣшенныхъ магнитныхъ стрѣлокъ) смѣняются другъ друга совершенно въ тотъ же одиннадцатилѣтній періодъ. Оба явленія такъ явно слѣдятъ другъ за другомъ во всѣхъ своихъ измѣненіяхъ, что діаграмма одного вполне повторяетъ діаграмму другого.

Очевидно, что или оба они вызываются одной и той же внѣшней для Солнца и Земли космической причиной или одно зависитъ отъ другого. Въ настоящее время общепринято второе рѣшеніе вопроса, объясняющее дѣло только наполовину. Дѣйствительно, если періодичность нашихъ сѣверныхъ сіяній вызвана такой же періодичностью пятнообразовательной дѣятельности Солнца, то чѣмъ же объяснить эту послѣднюю? Все правильно повторяющееся въ жизни свѣтилъ, особенно кратковременное, происходитъ отъ внѣшнихъ вліяній: зима смѣняется на Землѣ лѣтомъ, день—ночью, приливы—отливами, благодаря воздѣйствію постороннихъ небесныхъ свѣтилъ, и мы не знаемъ на ней, какъ и на другихъ свѣтилахъ, ничего періодическаго, что было бы вызвано исключительно силами ихъ внутренней эволюціи. Точно такъ же и на Солнцѣ. Правильныя измѣненія должны вызываться и на немъ воздѣйствіемъ какого-либо посторонняго могучаго источника. И опять невольно является вопросъ, не служить ли этимъ источникомъ то же самое неиспускающее видимыхъ нами лучей (40—50 абсолютныхъ октавъ) центральное тѣло солнечнаго орбитнаго пути, вращающееся на своей оси, можетъ быть, въ 11 лѣтъ и посылающее и намъ и Солнцу невидимыя колебанія какихъ-либо высшихъ электромагнитныхъ гаммъ, вызывающихъ у Солнца усиленное расширение газовъ въ экваторіальныхъ областяхъ, а у насъ дѣйствующее, главнымъ образомъ, на явленія земного магнетизма?

Такова новая міровая загадка, на которую окончательно отвѣтить только будущее, но нѣтъ ни малѣйшаго сомнѣнія, что рѣшеніе ея поведетъ къ важнымъ выводамъ. Дѣло въ томъ, что въ тотъ же самый одиннадцатилѣтній періодъ, измѣняется и форма окружающаго Солнце сіянія, называемого солнечною короной, а также, по видимому, и толщина облаковъ самой фотосферы. Солнечныя пятна показываютъ для нея нѣсколько переменную глубину, въ среднемъ, приблизительно равную поперечнику земного шара, но въ нѣкоторыхъ рѣдкихъ случаяхъ фотосфера расчленяется и на два слоя, одинъ очень близко надъ другимъ, какъ часто бываетъ и съ земными

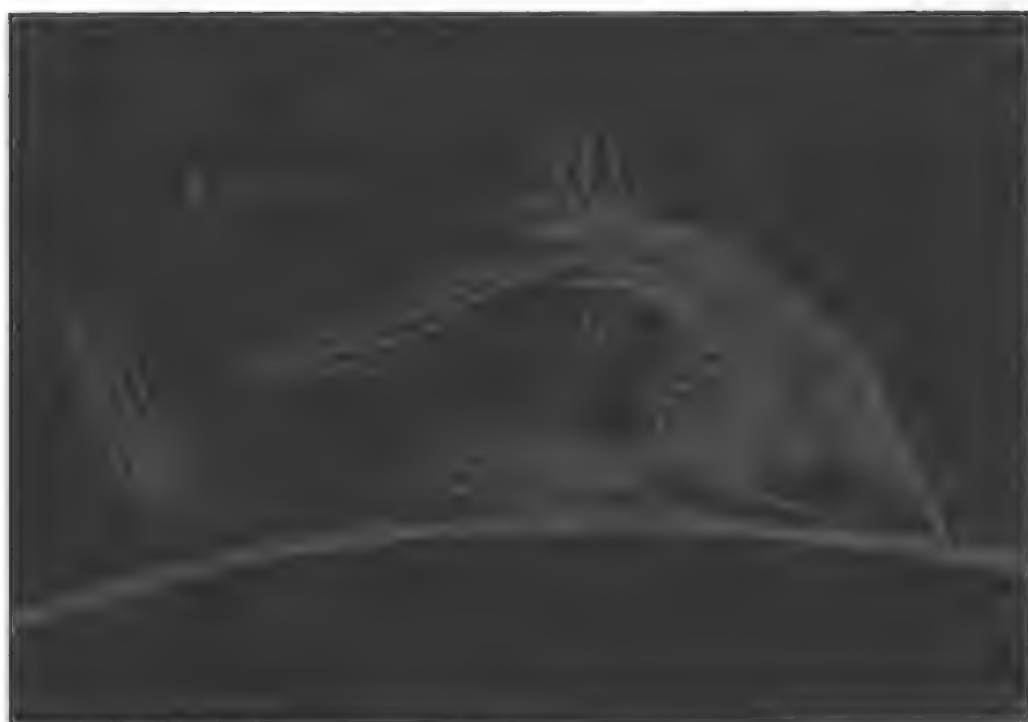
облаками, да и высота ея, повидимому, періодически измѣняется. Въ то же время какъ опредѣленія діаметра Луны, приведенныя къ ея среднему разстоянію, даютъ всегда одну и ту же угловую величину, равную, 1968", для діаметра солнечной фотосферы получаютъ размѣры, колеблющіеся въ предѣлахъ между 1919" и 1924", т.-е. различающіеся до 5", что лежитъ далеко внѣ предѣловъ погрѣшностей наблюденія и представляетъ колебанія высоты, доходящей до 3 тысячныхъ долей солнечнаго радіуса или до двухъ тысячъ километровъ выше или ниже. Эти колебанія еще не были приведены въ систему, но если въ нихъ есть какая-нибудь правильность, то нетрудно предсказать, что и она будетъ соответствовать тому же одиннадцатилѣтнему періоду.

Въ непосредственной связи съ солнечными пятнами находятся, какъ мы уже упоминали выше, солнечные факелы, или глубинныя изверженія газовъ, принадлежащихъ какимъ-то чрезвычайно тугоплавкимъ веществамъ, сгущающимся въ паробразное или мелкокристаллическое состояніе при температурѣ даже высшей, чѣмъ въ фотосферѣ. Въ выносящихъ ихъ, за предѣлы фотосферы, потокахъ солнечной атмосферы они явятся, повидимому, уже чѣмъ-то въ родѣ нашихъ перистыхъ облаковъ, носящихся надъ болѣе темными кучевыми. Они свѣтятъ значительно болѣе яркимъ, чѣмъ фотосфера, и притомъ сплошнымъ блѣлымъ свѣтомъ. Уже одно это обстоятельство достаточно указываетъ на мелко-кристаллическое состояніе ихъ частицъ. Появляются они чаще всего въ тѣхъ же поясахъ, какъ и пятна, и обнаруживаютъ такую же одиннадцатилѣтнюю періодичность.

Отсюда видно, что образованіе пятенъ и факеловъ соответствуетъ мѣстнымъ, бурнымъ процессамъ, совершающимся въ экваторіальныхъ поясахъ Солнца подъ фотосферой. Значительныя пятна, или группы ихъ, всегда бываютъ окружены факелами, часто предшествующими или переживающими ихъ, или перекидывающимися черезъ нихъ, какъ мосты. Нерѣдко факелы развиваются и въ сторонѣ отъ пятенъ, какъ будто совершенно независимо, и уходятъ къ сѣверу и югу, далеко за предѣлы пятнистыхъ зонъ, но обязательно ли они предшествуютъ пятнамъ, этого еще нельзя сказать въ настоящее время.

Точно такъ же ничего нельзя сказать опредѣленнаго и о томъ, представляютъ ли изъ себя бездны, видимыя въ срединѣ солнечныхъ пятенъ и темныя только сравнительно съ фотосферой, прорывы восходящихъ или нисходящихъ теченій въ солнечной атмосферѣ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ по виду стремившихся туда „живыхъ листовъ“ утверждали, что это—нисходящія теченія, однако такое заключеніе слишкомъ поспѣшно. „Собственныя движенія“ облачныхъ покрововъ и на Землѣ порой бываютъ несогласны съ движеніемъ выделяющаго ихъ воздуха. Это часто лишь фиктивныя движенія, происходящія оттого, что съ одной стороны облака выделяются изъ атмосферы дополнительные пары, а съ другой сто-

СОЛНЕЧНЫЕ ПРОТУБЕРАНСЫ I.



Верхний рисунок — снимок в 10 ч. 0 м. с р. д. и. р. и. в. к. а. г. в. р. м. е. н. ,
нижний — снимок в 10 ч. 04 м. Высота 100'.

СОЛНЕЧНЫЕ ПРОТУБЕРАНСЫ II.

Изменения протуберанса, наблюдавшиеся J. FENY 3-го и 4-го июля 1915 г.



Снимок в 10 ч. 14 м. с р. д. и. р. и. в. к. а. г. в. р. м. е. н. ,
Высота 120'.

роны пары самага облака растворяются въ воздухѣ. Часто въ нѣсколько часовъ цѣлое государство покрывается тучею, но было бы совершенно ошибочно подумать что это разбѣжались съ небывалой скоростью во всѣ стороны края первоначальнаго маленькаго облачка, образовавшагося гдѣ-нибудь въ центрѣ или даже съ боку окутавшаго страну покрова. Что же касается до солнечной фотосферы, то по новѣйшимъ измѣреніямъ гранулы ея, т.-е. отдѣльныя кучевыя облака, кажутся иногда улетающими другъ отъ друга съ быстротой отъ 8 до 30 километровъ въ секунду, а это физически совершенно немыслимо. Значитъ, и ихъ движенія фиктивны: онѣ быстро таютъ съ одного конца въ волнѣ сгущенія окружающей ихъ геліево-водородной атмосферы Солнца, а съ другого конца выдѣляются изъ нея въ волнѣ разрѣженія, и потому могутъ казаться намъ несущимися со скоростью такой волны, хотя ихъ молекулы и остаются все время на мѣстѣ. Такое же явленіе въ еще большей степени мы замѣтимъ и далѣе при разсмотрѣніи протуберансовъ Солнца.

5. Физика и химія Солнца.

Какова температура солнечныхъ пятенъ?

По закону ея адиабатическаго распредѣленія въ планетныхъ атмосферахъ, уже не разъ примѣненному нами къ разбору метеорологическихъ явленій, мы неизбѣжно приходимъ къ выводу, что открываемая солнечными пятнами подфотосферная глубина раскалена соотвѣтственно болѣе, чѣмъ сама фотосфера. На это же указываетъ и то обстоятельство, что дно пятенъ всегда уже его поверхности, какъ и слѣдуетъ быть, потому что газы, идя вверхъ, должны расширяться и охлаждаться, а идя внизъ, наоборотъ—сжиматься и самонагрѣваться. Но это еще не значитъ, что болѣе нагрѣтое пятно посылаетъ намъ и болѣе тепловыхъ лучей. Лучеиспускающая способность газовъ иная, чѣмъ у твердыхъ или жидкихъ облакообразующихъ частицъ. Наблюдая излученіе Солнца съ его краевъ и въ срединѣ диска, мы видимъ, что середина излучаетъ по направленію къ намъ болѣе и свѣта и теплоты, а въ особенности ультра-фіолетовыхъ лучей, такъ что на фотографическихъ снимкахъ Солнца она всегда выходитъ значительно свѣтлѣе. Это меньшее количество лучистой энергіи краевъ легко объясняется тѣмъ, что и на Солнцѣ воздухъ не вполне прозраченъ, а потому, задерживаетъ часть идущихъ къ намъ лучей фотосферы, и притомъ тѣмъ болѣе, чѣмъ она ближе къ краямъ солнечнаго диска, гдѣ всѣ лучи должны косвенно пронизывать верхніе слои атмосферы, т.-е. пройти въ ней большее пространство, чтобъ выйти, наконецъ, за ея поверхность и дойти до насъ. Въ такомъ случаѣ, и лучи, идущіе изъ глубины пятенъ, какъ прошедшіе сквозь болѣе толстый слой, должны тоже въ значительной мѣрѣ поглотиться, особенно ультрафіолетовые и фіолетовые, почему фонъ пятна и долженъ получиться совершенно такимъ, каковъ онъ

есть, т.-е. темновато-бурымъ съ преобладаніемъ наименѣе преломляемыхъ и поглощаемыхъ лучей, хотя бы твердая и жидкая солнечная поверхность подѣ фотосферой, какъ болѣе раскаленная, и свѣтила на самомъ дѣлѣ ослѣпительно яркимъ, даже голубоватымъ свѣтомъ.

Такимъ образомъ, калорическое дѣйствіе доходящихъ до насъ лучей изъ глубины солнечнаго пятна не можетъ ничего сказать намъ объ его температурѣ, такъ какъ находящіеся въ немъ газы посылаютъ намъ лишь ряды однородныхъ свѣтовыхъ тоновъ, а лежащая подѣ ними солнечная поверхность—лишь остатки лучей, принадлежащихъ красной сторонѣ своего сплошнаго спектра.

Вотъ почему, и довольно распространенное въ настоящее время мнѣніе, что солнечныя пятна представляютъ изъ себя нисходящія струи болѣе охлажденнаго солнечнаго воздуха, гасящаго на своемъ пути сіяніе фотосферы, не можетъ быть убѣдительнымъ, особенно потому, что если фотосфера представляетъ изъ себя облако, то охлажденіе не только не растворитъ, но даже усилитъ его. Единственнымъ объясненіемъ солнечныхъ пятенъ является теперь то, которое предложилъ величайшій изъ современныхъ астрономовъ спектроскопистовъ, Норманъ Локьеръ, болѣе тридцати лѣтъ занимавшійся специально этимъ предметомъ. По его мнѣнію, температура солнечныхъ пятенъ настолько высока, что атомы элементовъ періодической системы уже диссоциируютъ въ нихъ на свои болѣе первичные компоненты. Цѣлымъ длиннымъ рядомъ специальныхъ изысканій онъ показалъ, что, когда пятнообразующая дѣятельность солнечной поверхности увеличивается, когда число и величина пятенъ приближаются къ своему максимуму, въ нихъ исчезаютъ спектральныя линіи большинства извѣстныхъ намъ элементовъ и замѣняются линіями новыхъ, неизвѣстныхъ и такихъ тугоплавкихъ, что они начинаютъ испаряться только при этой повышенной температурѣ. Все это находится въ полномъ соотвѣтствіи съ излагаемой нами здѣсь теоріей строенія Солнца, какимъ оно начинается намъ представляться послѣ недавняго переворота во взглядахъ на внутреннее строеніе Земли, а съ нею и остальныхъ сформировавшихся свѣтилъ.

Теперь рассмотримъ строеніе самыхъ наружныхъ оболочекъ Солнца и явленій, въ нихъ происходящихъ. Мы уже говорили, что надѣ фотосферой лежитъ такъ называемый обрашающій слой, или абсорбціосфера, состоящій изъ углероднаго и почти всѣхъ металлическихъ газовъ нашей періодической системы. Его глубина сравнительно мала, всего 500 километровъ, и имъ еще не кончается солнечная атмосфера. Надѣ абсорбціосферой лежитъ другой слой, состоящій, повидимому, исключительно, или въ преобладающемъ количествѣ, изъ прозрачной розовой смѣси водорода съ геліемъ, въ которой мало диффундируютъ тяжелые газы абсорбціосферныхъ металловъ. Въ періодъ максимумовъ—пятнообразователь-

ной дѣятельности этотъ слой повышается, а при минимумахъ понижается. Онъ называется хромосферой, достигаетъ толщины 6000 километровъ и состоитъ, главнымъ образомъ, изъ водорода и гелія, лишь со слегка диффундирующими сюда и даже не повсюду присутствующими здѣсь газами металловъ абсорбціосферы, чаще всего протокальція (если фраунгоферова линія *H*, характеризующая этотъ газъ, дѣйствительно принадлежитъ первичному кальцію, а не невѣдомому намъ газу). Хромосферу прикрываетъ еще другой, очень слабо свѣтящійся слой, состоящій изъ особаго, необычно легкаго газа, тоже неизвѣстнаго на Землѣ, но присутствующаго и въ самой хромосферѣ и дающаго красивую зеленую линію въ спектрѣ. Его называютъ короніемъ и ему же приписываютъ (до дальнѣйшихъ изысканій) и дюжину другихъ, болѣе слабыхъ линій въ спектрѣ солнечной короны.

Какъ далеко уходитъ короніевая атмосфера въ пространство? Этого мы не знаемъ, потому что даже на разстояніи отъ поверхности Солнца, равной его діаметру, она становится такъ рѣдка или холодна, что не даетъ своей зеленой линіи въ спектроскопѣ. Очень можетъ быть, что короній представляетъ лишь основаніе невообразимо огромной атмосферы, окружающей всю солнечную систему, какъ послѣдній остатокъ породившей ее когда-то первоначальной туманности.

Ни гелій, ни водородъ, составляющіе хромосферу, не диффундируютъ во всѣхъ пропорціяхъ въ этотъ газъ, какъ не диффундируютъ безгранично и въ саму хромосферу металлическіе газы абсорбціоннаго слоя. Все это обнаруживаетъ, что характерная для нашихъ земныхъ условій неограниченная диффузія другъ въ друга перегрѣтыхъ газовъ имѣетъ свой предѣлъ въ міровомъ пространствѣ такъ же, какъ и ихъ разсѣяніе по причинѣ кинетизма молекулъ. Мы уже говорили въ началѣ, что небесная фотографія сдѣлала въ послѣдніе годы большіе успѣхи благодаря примѣненію къ ней свѣтофильтровъ и фотографированію въ опредѣленныхъ мѣстахъ спектра. Свѣтофильтры, или приборы пропускающіе только одну линію какого-либо металлическаго газа, дали намъ возможность изучать отдѣльно его скопленія на Солнцѣ, и тутъ обнаружилось, что тамъ газы не равномерно растворены другъ въ другѣ и образуютъ иногда временные клубья, называемые флоккулами. Таковы, на примѣръ, представленныя на нашемъ рисункѣ (рис. 365) флоккулы кальція, снятыя его фраунгоферовой линіей *H*. Особенно обильна примѣсь этого газа къ основной геліево-водородной атмосферѣ около пятенъ, какъ будто онъ былъ тутъ свѣже выброшенъ снизу какимъ-то могучимъ изверженіемъ изъ твердой поверхности Солнца. Потомъ, когда пятно постепенно исчезаетъ, такія скопленія металлическихъ газовъ диффундируютъ въ окружающую среду и присоединяются къ ихъ общему резервуару въ абсорбціосферѣ вмѣстѣ съ остальными.

Не присутствуемъ ли мы здѣсь при процессѣ генезиса метал-

ловъ изъ болѣе первичныхъ компонентов? Во всякомъ случаѣ, эти флоккулы свѣжепримѣшавшихся металлическихъ газовъ нельзя отождествлять съ облаками, заключающими въ себѣ газъ уже въ процессѣ его сгущенія въ жидкое или твердое состояніе. Здѣсь, во флоккулахъ, нѣтъ никакого сгущенія, газъ перегрѣтъ и прозраченъ, и только по этому одному онъ выдѣляется такъ ярко при его фотографированіи посредствомъ его же собственной линіи спектра при почти полномъ исключеніи сплошной части, характеризующей дѣйствительно облачный сплошной спектръ фотосферы, состоящей, какъ мы уже достаточно показали, изъ какого-то невѣдомаго намъ вещества, несравненно болѣе тугоплавкаго, чѣмъ даже углеродъ, носящійся надъ нимъ въ видѣ перегрѣтаго газа.

Кромѣ этихъ изверженій снизу, сквозь фотосферу, въ абсорбціонный слой, существуютъ на Солнцѣ и другіе, изъ болѣе высокихъ слоевъ. Хромосфера Солнца тоже выдѣляетъ постоянно свою смѣсь гелія и водорода въ лежащіе на ней нижніе слои солнечной короны. Это — такъ называемые протуберансы. Они бываютъ двухъ родовъ: спокойнаго и взрывного происхожденія.

Спокойно возникающіе протуберансы можно наблюдать почти всегда на краяхъ солнечнаго диска, какъ неотъемлемую принадлежность солнца. Они не подчиняются правилу солнечныхъ зонъ и являются особенно поучительными. Они имѣютъ видъ кучевыхъ облаковъ, изъ прозрачнаго розоваго водороднаго газа, плавающихъ въ нижнихъ слояхъ солнечной короны на высотѣ отъ 15 до 150 тысячъ километровъ надъ фотосферой, и не находятся въ прямой связи съ солнечными пятнами. Площади, покрытыя ими, бываютъ временами громадны. Видали ихъ вереницы до 600 тысячъ километровъ длиной. Невольно кажется, что происхожденіе ихъ такого же характера, какъ и нашихъ кучевыхъ облаковъ. Ограничивающая фотосферу легкая обширная атмосфера междупланетной корональной среды какъ-будто растворяетъ въ себѣ поверхностные слои водороднаго газа хромосферы, но, поднявшись съ ними восходящими потоками на нѣкоторую высоту въ свои болѣе рѣдкіе и холодные слои, она уже не въ силахъ удержать въ растворѣ эти газы и выдѣляетъ ихъ въ безформенныхъ скопленіяхъ такъ же, какъ нашъ воздухъ выдѣляетъ свои водяные газы въ видѣ паровъ. Все въ спокойныхъ протуберансахъ напоминаетъ облака. Возьмемъ, напримеръ, хоть тотъ, который 13 октября 1880 г. наблюдалъ профессоръ Юнгъ. Сначала онъ замѣтилъ совершенно отдѣльное спокойное красное облако на высотѣ около 100 тысячъ километровъ надъ фотосферой, на краю Солнца. Оно быстро росло и расширялось, какъ обычное земное кучевое облако, съ такимъ же, какъ у него, плоскимъ основаніемъ; потомъ оно, какъ тромбъ, пустило отъ себя внизъ рукавъ, который медленно соединился съ хромосферой. Отсюда видно, что корни подобныхъ облачныхъ протуберансовъ — уже позднѣйшія образованія.

Протуберансы бурнаго происхожденія имѣютъ совсѣмъ другой видъ. Это — какъ-будто брызги воды отъ упавшаго въ нее камня. Для нихъ существуетъ 11-тилѣтній циклъ, и они происходятъ, какъ и пятна,



Рис. 363. Солнечное пятно. Обычная фотографія, снятая въ Гринвичѣ. 9 окт. 1903 г.

главнымъ образомъ, въ экваторіальныхъ зонахъ Солнца. Ихъ основной химическій составъ тотъ же, какъ и хромосферы, но къ гелію и



и 364. То же самое пятно, снятое въ мономатиескѣ свѣта, — оно совершенно прозрачно, вслѣдствіе того, что водороднаго газа посредствомъ центральныхъ линій. Эти линіи представляютъ быстро движущимися кучевыми облаками, наиболѣе раскаленные мѣста которыхъ свѣтлы. В рѣдкихъ частяхъ линій — слѣды пылинокъ, упавшихъ на шель спектрогелиографа.

водороду здѣсь примѣшиваются газы желѣза, магнія, натрія и другіе глубинные. Однако и ихъ корни какъ будто не заходятъ подъ фотосферу. Не играютъ ли тутъ какой-либо роли метеориты?

Они должны каждый день сотнями падать на Солнце съ такими огромными скоростями, что ихъ ударъ въ хромосферу не можетъ не произвести страшнаго взрыва. Температура должна тамъ подниматься



Рис. 365. То же самое пятно, снятое въ монохроматическомъ свѣтѣ огненно-прозрачнаго кальціеваго газа посредствомъ края его спектральной линіи *H*. Снимокъ относится къ нижнему уровню пятна и показываетъ, что кальціевый газъ идетъ въ глубинѣ пятна лишь по его краямъ.

до сотни тысячъ градусовъ и можетъ вызвать даже диссоціацію атомовъ у самихъ метеоритовъ, при чемъ небольшой ихъ кусокъ нагрѣлъ бы въ одно мгновеніе объемъ въ нѣсколько километровъ

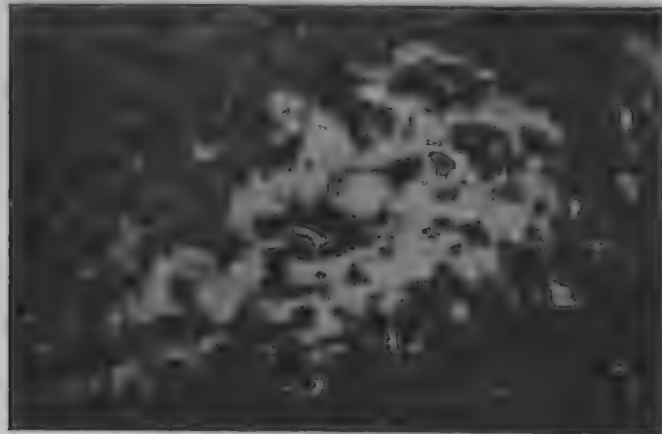


Рис. 366. То же самое пятно, снятое въ монохроматическомъ свѣтѣ огненно-прозрачнаго кальціеваго газа, посредствомъ середины его спектральной линіи *H*, обнаруживающей вершины столбовъ кальціеваго газа, поднимающагося въ пятнѣ и, какъ куполомъ, прикрывающаго все пятно вверху

и произвелъ бы чудовищный взрывъ и большое электромагнитное возмущеніе, вслѣдствіе превращенія всего своего вещества въ атомные компоненты, среди которыхъ главнѣйшими по объему являются

гелій и водородъ, какъ это видно изъ явленій радіоактивности. Но въ такомъ случаѣ, почему же такія паденія происходятъ чаще всего въ экваторіальныхъ зонахъ Солнца, почему имѣютъ минимумы и максимумы черезъ тѣ же 11 лѣтъ, какъ и пятна? Сами пятна очень часто тоже бываютъ окружены протуберансами, и все это заставляетъ думать, что они большею частью или всегда не внѣшняго, а внутренняго происхожденія, и что метеоритные взрывы рѣдко достигаютъ такой силы, чтобы вызвать замѣтныя для насъ брызги газовъ въ солнечной атмосферѣ.



Французская астрономическая виньетка XIX в



Обратная сторона камня, изображенного на стр. 809. Снаружи—знаки зодіака, внутри—планеты въ порядкѣ: Луна и Меркурій (вверху), Венера, Солнце (съ факеломъ), Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ (съ косою).

VI.

На периферіи солнечной системы.

Солнечная Корона и Зодіакальный свѣтъ. Кометы. Общая атмосфера нашей планетной системы.

Когда солнечное затмѣніе на Землѣ достигаетъ своей полной фазы, и всѣ окрестности погружаются въ таинственныя сумерки, дивное голубоватое сіяніе появляется вокругъ темнаго чернильнаго пятна на небѣ, закрывающаго въ то время солнечный дискъ. Какъ ни кажется блѣднымъ это сіяніе, послѣ только что угасшаго лучезарнаго дня, однако, оно освѣщаетъ Землю не менѣе, чѣмъ ясная Луна, и потому темнота при затмѣніяхъ Солнца никогда не бываетъ полной. Нижній и очень яркій слой надъ-солнечной атмосферы, простирающійся отъ 15 до 20 дуговыхъ секундъ во всѣ стороны отъ уже закрытой луною фотосферы, заключаетъ въ себѣ тутъ и тамъ розовыя облака такъ называемыхъ спокойныхъ протуберансовъ. Бурные взрывные протуберансы поднимаются по



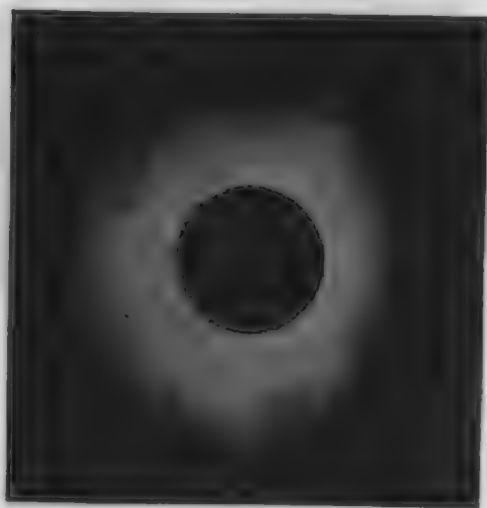
временамъ далеко надъ ихъ высшими предѣлами. А за ними, еще далѣе отъ померкшаго Солнца, свѣтъ его „лучистой короны“ все болѣе и болѣе ослабѣваетъ и, наконецъ, совершенно смѣшивается съ послѣдними остатками голубого сіянія нашего небеснаго свода (рис. 367).

Спектроскопическое изслѣдованіе этой великой солнечной оболочки, какъ мы уже видѣли ранѣе, обнаруживаетъ, что она состоитъ изъ особаго, совершенно неизвѣстнаго на Землѣ газа, дающаго въ спектроскопѣ прекрасную зеленую линію и нѣсколько другихъ, болѣе тонкихъ, особенно въ ультра-фіолетовой части. Атомный вѣсъ его никакъ не болѣе $\frac{1}{100}$ доли водорода, потому что послѣдній погружается на его дно и даже диффузіей уносится вверхъ лишь въ ничтожномъ количествѣ. Слабо растворяются въ этомъ газѣ и поднимающіеся съ Солнца пары гелія и прото-кальція, т.-е. первичнаго кальція, въ спектрѣ котораго недостаетъ многихъ линій, наблюдаемыхъ у нашего обыкновеннаго земного.

Несмотря на то, что плотность газовъ въ верхнихъ слояхъ солнечной атмосферы слишкомъ въ 25 разъ болѣе земной, и что температура ихъ не можетъ быть высока, благодаря адиабатическому закону звѣздныхъ и планетныхъ атмосферъ, эта оболочка не оказываетъ замѣтнаго сопротивленія пролетающимъ въ ней тѣламъ. Такъ, напримѣръ, большая комета 1843 года, близъ своего перигелія,

пролетѣла 23-го февраля черезъ нижніе ея слои надъ самыми протуберансами со страшной скоростью 563 километра въ секунду и шла такъ не менѣе четверти часа, почти касаясь хромосферы и не потерпѣвъ отъ этого никакой ошутимой задержки. Это ясно показываетъ, что передача односторонняго давленія во всѣ стороны въ короніальной атмосферѣ совершается почти мгновенно, а слѣдовательно и упругость ея чрезвычайно велика. Только при послѣднемъ условіи, газъ, мгновенно обтекая несущіяся въ немъ твердыя или жидкія тѣла, или даже молекулы какого-либо очень тяжелаго, сравнительно съ нимъ, газа, будетъ почти одинаково давить и на

N



S

Рис. 367. Солнечное затменіе 30 авг. 1905 г., съ закраиной солнечныхъ лучей на восточной сторонѣ луннаго диска. Изъ неизданныхъ фотографій А. П. Ганскаго.

переднія и на заднія ихъ части, а слѣдовательно не окажетъ и замѣтнаго сопротивленія ихъ движенію ¹⁾.

Для объясненія такой огромности давленія при малой плотности коронія, необходимо принять за фактъ, что атмосфера его простирается на огромное разстояніе отъ Солнца и, по всей вѣроятности, уходитъ далеко за орбиту Нептуна. Однако, мы не въ состояніи ее видѣть вдали отъ Солнца, потому что, охлаждаясь по мѣрѣ поднятія въ высоту, она перестаетъ свѣтиться, и мы можемъ наблюдать лишь отраженный солнечный свѣтъ отъ взвѣшенныхъ въ ней твердыхъ пылеобразныхъ частицъ. Такія частицы должны неизбежно выдѣляться вездѣ въ короніальной атмосферѣ, если она растворяетъ въ себѣ (какъ воздухъ наши водяные пары) составныя части лежащей подъ нимъ хромосферы и обращающаго слоя солнечныхъ газовъ съ его желѣзными, кальціевыми, магниевыми и другими компонентами. Поднимаясь вверхъ въ болѣе рѣдкіе слои этой междупланетной атмосферы, молекулы такихъ веществъ должны постепенно или на извѣстныхъ уровняхъ соединяться между собою при случайныхъ сближеніяхъ въ мелкія, а потомъ и въ большія крупинки, и даже образовать на периферіи короніальной атмосферы, заключающей въ глубинѣ своего гигантскаго сплошнаго вращающагося диска всю солнечную систему, отдѣльныя, какъ кучевыя облака, скопленія сгустившихся металлическихъ и металлоидныхъ газовъ.

Такимъ образомъ, и Солнце должно представлять изъ себя одну изъ туманныхъ звѣздъ, какихъ не мало въ небѣ, а его зодіакальный свѣтъ долженъ быть въ неразрывной генетической связи съ его короной.

Легкое сіяніе этого свѣта постоянно видимо подъ тропиками (рис. 368), а у насъ лишь въ особенно ясные весенніе вечера или раннія осеннія утра. Оно даетъ непрерывный спектръ, показывающій намъ, что свѣтъ его не собственный, а отраженный, солнечный. Его положеніе въ пространствѣ и овальный контуръ показываютъ, что это—туманный эллипсоидъ, вращающійся въ плоскости солнечнаго экватора, и по его сплюснутости можно даже вычислить самую скорость движенія въ томъ или другомъ его слои. Если бъ это были мелкія частицы независимаго происхожденія, приставшія изъ окружающаго пространства къ солнечной системѣ, имъ не было бы причины получать конфигурацію эллипсоида, и мы видѣли бы контуръ зодіакальнаго свѣта надъ горизонтомъ въ формѣ полушарій. То же самое случилось бы, если бъ это были частицы, выброшенныя Солнцемъ. Даже если бъ ихъ выбрасывалъ лишь одинъ его экваторіальный поясъ, и тогда ихъ начальныя движенія не были бы всегда вертикальными, а имѣли бы всевозможныя направленія, какъ

¹⁾ Рациональная формула сопротивленія при такихъ условіяхъ выведена мною въ книгѣ „Законы сопротивленія упругой среды движущимся въ ней тѣламъ“. 1909 г.

и бурные протуберансы. Орбиты ихъ не получили бы опредѣленной плоскости, а слѣдовательно и контуръ пространства, заполненнаго ими, по прежнему получился бы сферическій, а не эллиптическій.

Отсюда ясно, что частицы зодіакальнаго свѣта могутъ быть только туманными выдѣленіями въ постоянной газообразной атмосферѣ, вращающейся около Солнца въ той же плоскости и въ томъ же направленіи, какъ планеты. Судя по тому, что въ экваторіальныхъ странахъ онъ охватываетъ иногда поперекъ все видимое полушаріе неба, снова приходится заключить, что эта атмосфера громадна.

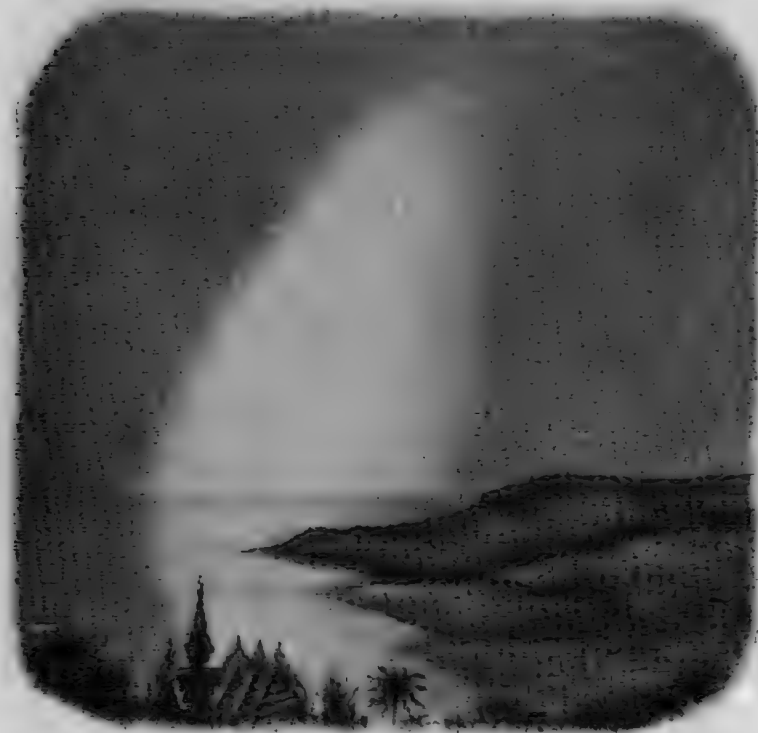


Рис. 368. Зодіакальный свѣтъ, вскоре послѣ заката Солнца въ экваторіальныхъ странахъ.

Нѣтъ ли по ея периферіи признаковъ какихъ-либо большихъ облаковъ?—Если они велики и не свѣтятся, мы ихъ не замѣтимъ на такомъ отдаленіи иначе, какъ въ видѣ безформенныхъ причудливыхъ затемненій различныхъ мѣстъ Млечнаго пути, безъ измѣненія спектральнаго типа видимыхъ сквозь нихъ звѣздъ, такъ какъ зодіакальный свѣтъ не даетъ своего собственнаго спектра. Такого рода безформенныя затемненія и обнаруживаются особенно сильно въ созвѣздіяхъ Скорпіона, Корабля, Лебедя и т. д., но отнести ихъ къ нашей солнечной системѣ, къ ея занептуніанскимъ сферамъ, было бы возможно лишь въ томъ случаѣ, если бъ они обнаруживали ясный

параллаксъ, хотя бы въ нѣсколько дуговыхъ минутъ, и имѣли бы, особенно въ эклиптикальных областяхъ, нѣкоторое собственное движеніе. Пока этого не обнаружено, и вопросъ о существованіи огромныхъ темныхъ облаковъ на периферіи солнечной системы долженъ оставаться открытымъ.

Но въ великой зодіакальной оболочкѣ, кромѣ туманныхъ облаковъ, въ родѣ нашихъ сггг, могутъ быть и скопленія газовъ, дающихъ собственный линейный, или обращенный, спектръ, когда находятся между нами и звѣздами.

Если въ нижнихъ слояхъ солнечной короны возникаютъ сами собою спокойные облаковидные протуберансы, то почему бы не возникать такимъ и въ ея верхнихъ областяхъ, уходящихъ далеко за орбиту Нептуна? Въ такомъ случаѣ и составъ подобныхъ скопленій можетъ быть одинаковъ съ составомъ спокойныхъ солнечныхъ протуберансовъ, т.-е. будетъ давать спектръ водорода и гелія. Въ разныхъ мѣстахъ неба мы дѣйствительно и видимъ такого рода причудливыя газовыя образованія. Къ нимъ, прежде всего, принадлежитъ великое облако гелія и водорода передъ созвѣздіемъ Оріона (рис. 369), слегка заслоняющее отъ насъ его звѣзды и, повидимому, дѣйствительно медленно мѣняющее свою форму. Но время точныхъ фотографическихъ измѣреній еще слишкомъ непродолжительно, чтобы рѣшить важный вопросъ о его разстояніи отъ насъ.

Однако, есть другія болѣе мелкія выдѣленія, происхожденіе которыхъ въ верхнихъ занептуніанскихъ областяхъ зодіакальной атмосферы, — состоящей, повидимому, изъ охлажденнаго коронія, съ возможными въ немъ газообразными выдѣленіями, — является, по теоріи вѣроятностей, почти несомнѣннымъ. Мы говорили о кометахъ, представляющихъ собою облаковидныя скопленія хлопьевъ, чрезвычайно медленно вращающихся около общаго центра своего тяготѣнія другъ къ другу, вмѣстѣ съ синероднымъ, ацетиленовымъ и нѣкоторыми другими газами, отчасти эклюзивированными въ самихъ хлопьяхъ, отчасти окружающими своей атмосферой все скопленіе.

Нормальное развитіе большой кометы всегда бываетъ таково. Изъ отдаленныхъ областей неба показывается телескопическій туманный шаръ (никогда не сфероидъ вращенія), который трудно отличить отъ простой круглой туманности. По мѣрѣ приближенія къ Солнцу, еще на такихъ разстояніяхъ, когда непосредственное дѣйствіе солнечныхъ лучей далеко слабѣе, чѣмъ на предѣлахъ нашей атмосферы, онъ начинаетъ сильно нагрѣваться и свѣтиться все сильнѣе и сильнѣе, особенно внутри, гдѣ лучистое ядро достигаетъ иногда яркости звѣздъ первой величины и даже превосходитъ ихъ. Въ то же время изъ него начинаютъ выдѣляться газы и мельчайшія парообразныя частички, главнымъ образомъ, по направленію къ Солнцу, но затѣмъ они тотчасъ же отбрасываются назадъ какой-то таинственной силой и устремляются снова въ даль, къ периферіи зодіакальной атмосферы, съ огромными, все возрастающими скоро-

стями, образуя за кометой цѣлый полый конусъ или нѣсколько отдѣльныхъ свѣтящихся потоковъ, которые мы называемъ кометными хвостами или косами. Особенно большого развитія они достигаютъ послѣ прохода кометы черезъ перигелій, но затѣмъ снова посте-



Рис. 369. Большая туманность въ Оріонѣ ($5^h 30^m$ и -5°). Снимокъ въ Ликской обсерв. 9 февр. 1899 г.. Экспоз. 5 мин. (увелич. 2,5).

пенно уменьшаются при ея обратномъ удаленіи отъ Солнца, и она исчезаетъ отъ насъ чаще всего такой же круглой и туманной, какъ и пришла, хотя иногда и претерпѣваетъ на своемъ пути вблизи отъ Солнца значительныя аваріи.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ кометы оказываются совсѣмъ безъ

ядеръ и видимыхъ хвостовъ и обнаруживаютъ замѣчательное явление сжатія въ своемъ объемѣ по мѣрѣ приближенія къ Солнцу и обратнаго расширенія при удаленіи отъ него, совершенно по тому же закону, какъ и газообразныя или парообразныя скопленія въ нашей собственной атмосферѣ при ихъ поднятіи вверхъ и опусканіи внизъ.

Такъ, комета Энке-Баклундъ 28 октября 1828 г. имѣла въ поперечникѣ—500,000 кил. на разст. 220,000,000 кил. отъ Солнца и 24 декабря—220,000 кил. на разст. 80,000,000 километровъ.

Приблизившись къ Солнцу почти втрое, она и сократилась почти втрое въ поперечникѣ, несмотря на повышеніе своей температуры.

Какимъ образомъ объяснить всѣ эти характерныя обстоятельства? Почему, прежде всего, газы кометнаго ядра не улетаютъ въ пространство, какъ произошло бы въ чистомъ міровомъ эфирѣ, гдѣ ничто не препятствуетъ ихъ раздвиженію, при крайней слабости ихъ тяготѣнія къ ядру кометы, явно не способному удержать ихъ, особенно при высокой температурѣ, близъ перигелія? Почему туманность или голова кометы уменьшается въ размѣрѣ по мѣрѣ приближенія къ Солнцу? Почему комета начинаетъ нагрѣваться и свѣтиться собственнымъ свѣтомъ еще на такихъ разстояніяхъ отъ Солнца, гдѣ температура должна быть леденящей, и гдѣ молекулы ціана, входящаго очень часто въ составъ кометныхъ газовъ, не только не могли бы вибрировать доступными намъ гаммами 45-й—50-й октавъ абсолютной шкалы (табл. VI, стр. 794), но даже сцѣпились бы другъ съ другомъ, переходя въ твердое состояніе?

Всѣ такія недоумѣнія сразу исчезаютъ, какъ только мы сопоставимъ эти явленія съ тѣми, которыя обнаружили передъ нами при разсмотрѣніи солнечной короны. Если зодіакальная атмосфера Солнца уходитъ далеко за прелѣлы Нептуна, и Солнце представляетъ туманную звѣзду лишь съ очень чистой атмосферой, то ея давленіе на уровнѣ подъ-астероидныхъ планетъ должно быть громадно. Если газы ціана, ацетилена не растворяются въ ней, при данной температурѣ, въ замѣтныхъ пропорціяхъ, то они получаютъ стремленіе къ сосредоточенію въ отдѣльныя скопленія, которыя и примутъ шарообразную форму и при своемъ паденіи внизъ къ Солнцу, подобно дождевымъ каплямъ, будутъ подвергаться все большшему и большему давленію. Они будутъ уменьшаться въ своемъ объемѣ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и самонагрѣваться, какъ всякое упругое тѣло при его сжиманіи.

Съ этой точки зрѣнія, и самый хвостъ кометы возможно объяснить возникновеніемъ восходящихъ теченій въ средѣ коронія, нагрѣваемой кометой и увлекающей съ собой вверхъ испаренія ея газовъ, подобно тому, какъ такія же теченія воздуха поднимаютъ паръ надъ всякимъ кипящимъ котломъ. Даже присутствіе у многихъ кометъ нѣсколькихъ хвостовъ, поднимающихся съ различными скоростями, могло бы быть приписано различію ихъ удѣльнаго вѣса въ этой средѣ. Однако, отсутствіе замѣтной потери тяготѣнія кометы къ Солн-

цу, по мѣрѣ перехода въ болѣе плотные слои зодіакальной атмосферы, заставляетъ считать послѣднюю чрезвычайно рѣдкой. А это трудно соединяется съ ея сильнымъ гидростатическимъ давленіемъ. Здѣсь приходится усложнить причины и принять во вниманіе, главнымъ образомъ, теорію свѣтового отталкиванія и теорію іонизаціи частицъ кометныхъ хвостовъ тѣми же самыми зарядами, какъ и поверхность Солнца. Послѣдняя причина является тѣмъ болѣе естественной, что и въ земной атмосферѣ выдѣленія облаковъ сопровождаются всегда электрическими процессами, вызывающими наши грозы.

Итакъ, происхожденіе кометъ въ занептуніанскихъ областяхъ нашей солнечной системы, съ физической точки зрѣнія, является вполне возможнымъ. Разберемъ теперь этотъ же вопросъ и съ математической стороны.

Предположимъ, прежде всего, что кометы не рождаются въ нашей солнечной системѣ, а представляютъ междузвѣздныя образованія, встрѣчаемыя нами при обращеніи нашей планетной семьи вмѣстѣ съ ея Солнцемъ вокругъ невидимаго нами Великаго центра. Математическій анализъ говоритъ намъ, прежде всего, прямо и ясно, что въ такомъ случаѣ орбиты всѣхъ кометъ имѣли бы видъ гиперболей, асимптоты которыхъ заключались бы между двумя недостижимыми для нихъ угловыми предѣлами: нулевымъ и равнымъ двумъ прямымъ угламъ. По близости къ первому предѣлу гипербола походила бы на параболу, по близости ко второму—на прямую линію, при чемъ комета, въ этомъ случаѣ, пронеслась бы мимо насъ, какъ молнія. Первый, параболическій, предѣлъ осуществлялся бы лишь при томъ случаѣ, если бѣ, гдѣ-то въ огромной дали отъ насъ, начали случайно образовываться кометовидныя скопленія вещества, несущіяся всѣ абсолютно съ той же самой скоростью и въ томъ же самомъ направленіи, какъ и наша солнечная система! Но осуществленіе такого условія было бы возможно развѣ для одного какого-либо отдѣльнаго случая, да и то приблизительно. При современной же наличности множества кометъ, орбиты которыхъ принимаются нами для простоты за параболическія, допускать, что всѣ такія междузвѣздныя образованія, при своемъ возникновеніи, никогда не принимаютъ направленій и скоростей Веги, Сиріуса и безчисленности другихъ звѣздъ, значило бы возвращаться къ стариннымъ представленіямъ, будто все въ небесахъ устроено спеціально для нашей Земли. Если же этого нѣтъ, если туманности, образующіяся въ междузвѣздномъ пространствѣ, могутъ имѣть и встрѣчныя и боковыя по отношенію къ намъ начальныя скорости, то всѣ они придутъ къ намъ по гиперболамъ съ ясно расходящимися асимптотами. Такихъ гиперболей никакъ нельзя было бы смѣшивать съ параболами. Значитъ, наши кометы образуются не независимо отъ солнечной системы, а въ ея собственныхъ занептуніанскихъ областяхъ, и притомъ безъ большихъ боковыхъ скоростей, такъ какъ перигеліи ихъ сравнительно недалеки отъ Солнца. При эфемерности своего космическаго существованія, онѣ

постоянно возникают тамъ и въ настоящее время, а тѣ, которыя уже много десятковъ разъ проходили черезъ перигелій по близости къ Солнцу, постепенно разсѣялись на свои составныя, повидимому, хлопьевидныя части.

При перенесеніи главнаго уровня образованія кометъ въ за-нептуніанскія области, гдѣ древніе помѣщали свои эмпиреи, или небеса блаженныхъ, мы имѣемъ полное право принимать ихъ орбиты за параболическія и вычислять по нимъ весь видимый нами путь кометъ близъ Солнца безъ замѣтной ошибки. Дѣйствительно, всѣ кометы съ длинными періодами и предполагались первоначально обращающимися по параболическимъ орбитамъ, и только потомъ, когда удалось найти для нѣкоторыхъ изъ нихъ въ лѣтописяхъ и историческихъ документахъ предварительныя возвращенія къ перигелію, онѣ и были переведены въ отдѣлъ періодическихъ кометъ.

Съ этой точки зрѣнія, комета есть какъ бы дождевая капля зодіакальной атмосферы.

Съ поверхности солнечной хромосферы поднимаются въ короніальную оболочку газы всевозможныхъ металловъ, но вновь осѣдаютъ въ хромосферу, благодаря своей слабой растворимости въ короніи, какъ опускаются въ нее огненными дождями и гелій и водородъ изъ болѣе высокихъ, рѣдкихъ и холодныхъ об-

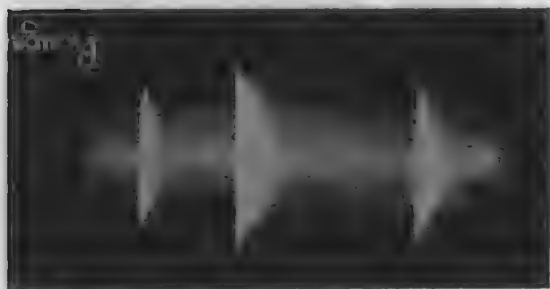


Рис. 370. Спектръ кометы Даниеля (углеводороды). Снимокъ Кениссе въ обсерваторіи Жювизи. (Bull. Soc. Astr. de France 1907, p. 388).

ластей, въ которыя заходятъ протуберансы. Но углеводородные газы (рис. 370), въ родѣ ацетилена и синерода (которые обычны въ кометахъ), тоже возникаютъ и на Солнцѣ по тѣмъ же самымъ причинамъ, какъ оба они происходятъ при сплавленіи желѣза съ углемъ и въ нашихъ доменныхъ печахъ. Они, повидимому, лучше металловъ растворяются въ междупланетной средѣ и доходятъ въ ней до самыхъ верхнихъ областей втрое, вчетверо, а можетъ быть, и еще далѣе, чѣмъ орбита Нептуна. Анализъ показываетъ, что уже при первомъ изъ этихъ разстояній возвращеніе къ перигелію будетъ происходить не болѣе двухъ разъ въ тысячелѣтіе, и потому, если предыдущее появленіе кометы по причинѣ облачности, или южнаго склоненія, или чего-либо другаго не было отмѣчено въ нашихъ лѣтописяхъ, то ея путь намъ придется вычислять лишь приблизительно, по воображаемой параболической орбитѣ или по условному эллипсу съ большой полу-осью, на примѣръ, вдвое больше діаметра орбиты Нептуна, что даетъ періодъ въ 460 лѣтъ.

При такомъ взглядѣ устраняется сейчасъ же и противорѣчіе





27 ноября (н. с.) 1908.



23 окт. (н. с.) 1908.



16 окт. (н. с.) 1908.



15 окт. (н. с.) 1908.

Рис. 371. Фотографии кометы Моргауза, снятые Кениссе и Бальде в обсерватории Жювизи. (Journ. Soc. Astron. de France, 1909 г. р. 32).

между законами устойчивости планетных системъ, выработанными Лагранжемъ и Лапласомъ и между установленнымъ теперь фактомъ завлеченія кометъ Юпитеромъ и другими планетами внутрь ихъ орбитъ. Въ общедоступномъ сочиненіи неудобно излагать эти законы во всей ихъ обобщающей красотѣ, и потому выше, въ главѣ II (стр. 647), я старался лишь сдѣлать понятнымъ для средне-образованнаго читателя хоть первый, приложимый къ тому случаю, когда всѣ свѣтила движутся въ той же самой плоскости, а второй законъ далъ лишь для малыхъ наклоненій планетныхъ орбитъ другъ къ другу. Тогда мы получили формулу, сказавшую намъ, что „сумма произведеній астрономическихъ массъ m свѣтилъ (обращающихся вокругъ даннаго центра) на квадратъ эксцентриситетовъ (e) ихъ орбитъ и на корни квадратные ихъ среднихъ разстояній (r) отъ центра, должна быть величина постоянная (C).

$$m_1\sqrt{r_1e_1^2} + m_2\sqrt{r_2e_2^2} + m_3\sqrt{r_3e_3^2} + \dots = C$$

У первой планеты или кометы.	У второй планеты или кометы.	У третьей планеты или кометы.	и такъ дальше.	Неизмѣнная для данной системы конечная величина.
---------------------------------------	---------------------------------------	--	-------------------	--

Примемъ, на примѣръ, астрономическую массу Юпитера $m_1 = 1$, его среднее разстояніе отъ Солнца $r_1 = 1$ и эксцентриситетъ его орбиты $e_1 = 0,048$, при чемъ $e_1^2 = 0,0023$. Для кометы же допустимъ: $m_2 = 0,000'000'000'001$ (хотя у самыхъ большихъ кометъ она много меньше), $r_2 = 4$ при чемъ $\sqrt{r_2} = 2$, и $e^2 = 0,9$.

Тогда ихъ константа устойчивости по 1-му закону будетъ:

$$1.1.0,0023 + 0,000'000'000'001 \times 2 \times 0,9 = 0,002'300'000'001'8.$$

Юпитеръ.	Комета.	Константа ихъ устойчивости.
----------	---------	--------------------------------

Допустимъ теперь, что вліяніе Юпитера, оставивъ эксцентриситетъ кометной орбиты прежнимъ, уменьшило ея среднее разстояніе r_2 вчетверо, т.-е. отъ первоначальной величины ($r_2 = 4$) до средняго разстоянія самого Юпитера (сдѣлало $r_2 = 1$); тогда константа ихъ устойчивости, если все остальное сохранилось бы неизмѣннымъ, уменьшилась бы на $0,000'000'000'000'9$, и мы получили бы взаимънаго предыдущаго

$$1.1.0,0023 + 0,000'000'000'001 \times 1 \times 0,9 = 0,002'300'000'000'9$$

Юпитеръ.	Комета.	Константа ихъ устойчивости.
----------	---------	--------------------------------

Мы видимъ, что константа здѣсь уменьшилась сравнительно съ предыдущимъ. Но никакого подобнаго уменьшенія по теоріи не можетъ быть. Убыль въ произведеніи трехъ указанныхъ элементовъ у кометы должна быть вознаграждена цѣликомъ прибылью произведенія у Юпитера. А такъ какъ астрономическая масса неизмѣнна, то долженъ соответственно увеличиться или квадратный

корень изъ его средняго разстоянія r_1 отъ Солнца, т.-е., вмѣсто 1, стать $(1 + \frac{0,000'000'000'000'9}{0,0023})$, или же долженъ увеличиться квадратъ эксцентриситета Юпитеровой орбиты и, вмѣсто принятой нами величины 0,0023, стать 0,002'300'000'000'9.

Мы видимъ, что, благодаря огромному преобладанію астрономической массы Юпитера сравнительно съ массами самыхъ большихъ кометъ, огромныя измѣненія въ длинѣ ихъ орбитъ или величинѣ эксцентриситетовъ могутъ совершаться на счетъ незамѣтно малыхъ измѣненій тѣхъ же самыхъ элементовъ у Юпитера. Но, при дѣйствительно параболической кометной орбитѣ, у которой квадратный корень изъ средняго разстоянія $\sqrt{r} = \infty$, величина константы устойчивости тоже принимаетъ значеніе безконечности, т.-е. въ данномъ случаѣ:

$$1.1.0,0023 + 0,000'000'000'001 \times \infty \times 0,9 = \infty.$$

Юпитеръ.	Комета.	Константа ихъ устойчивости.
----------	---------	--------------------------------

Въ этомъ случаѣ сокращеніе кометной орбиты до конечной величины могло бы, однѣми силами тяготѣнія, совершиться только на счетъ увеличенія средняго разстоянія Юпитера до безконечности.

Значитъ, завлеченіе какой-либо планетой въ нашу солнечную систему, даже самой малой кометки, пришедшей къ намъ по параболѣ или гиперболѣ, сопровождалось бы выбросомъ въ безконечность самой планеты.

Все это служить новымъ теоретическимъ подтвержденіемъ идеи, что кометы зарождаются, главнымъ образомъ, въ занептуніанскихъ сферахъ нашей солнечной системы, и дѣлаетъ въ высшей степени правдоподобной и гипотезу о ихъ образованіи изъ испареній, подымающихся съ Солнца въ его огромную зодіакальную атмосферу.

Въ древніе времена однохвостыя кометы, въ родѣ появившейся въ 1910 г. (рис. 372), считались мечами Божіими, посланными на земныхъ царей за ихъ грѣхи, а многохвостыя — огненными руками, показывающими на небѣ въ названіяхъ созвѣздіи слова, полная таинственнаго значенія. Одна изъ такихъ кометъ и представлена на нашемъ рисункѣ (рис. 373), какъ она была изображена, передъ своимъ восхожденіемъ Шезо (Chézeaux) въ Лозаннѣ около 5 ч. утра съ 7 на 8 и съ 8 на 9 марта 1743 г. Ея второй слѣва хвостъ проходилъ черезъ крайнюю звѣзду Пегаса, въ серединѣ третьяго находилось созвѣздіе Малаго Коня, а у конца — Дельфинъ. Пятый хвостъ показывалъ на созвѣздіе Орла, находившееся вверху, въ полосу Млечнаго пути, черная косая линія обозначаетъ экваторъ, а пунктирная часть — то мѣсто, гдѣ сходятся подъ горизонтомъ всѣ хвосты кометы въ ея головѣ.

Эта комета, названная кометой Шезо, кромѣ своего сходства съ кистью человѣческой руки, была еще замѣчательна и блестяще

своего ядра. 1-го февраля оно превосходило Сиріуса, 12-го—Венеру, а 1-го марта ее могли видѣть днемъ недалеко отъ Солнца. Сначала



Рис. 372. Bull. de la Soc. Astr. de France. Mars, 1910, p. 108.

у нея былъ одинъ, затѣмъ два хвоста, потомъ цѣлыхъ пять, и, наконецъ, появился въ видѣ маленькаго придатка и шестой, предста-

вленный на рисунокъ. Они поднимались на 22° и занимали почти такое же пространство по линіи горизонта. Каждый хвостъ былъ шириной до 4° , за исключеніемъ самаго послѣдняго, шестого.

Такихъ кометъ—Огненныхъ рукъ—исторія насчитываетъ нѣсколько, хотя нѣкоторыя изъ нихъ и походили болѣе на кулакъ съ

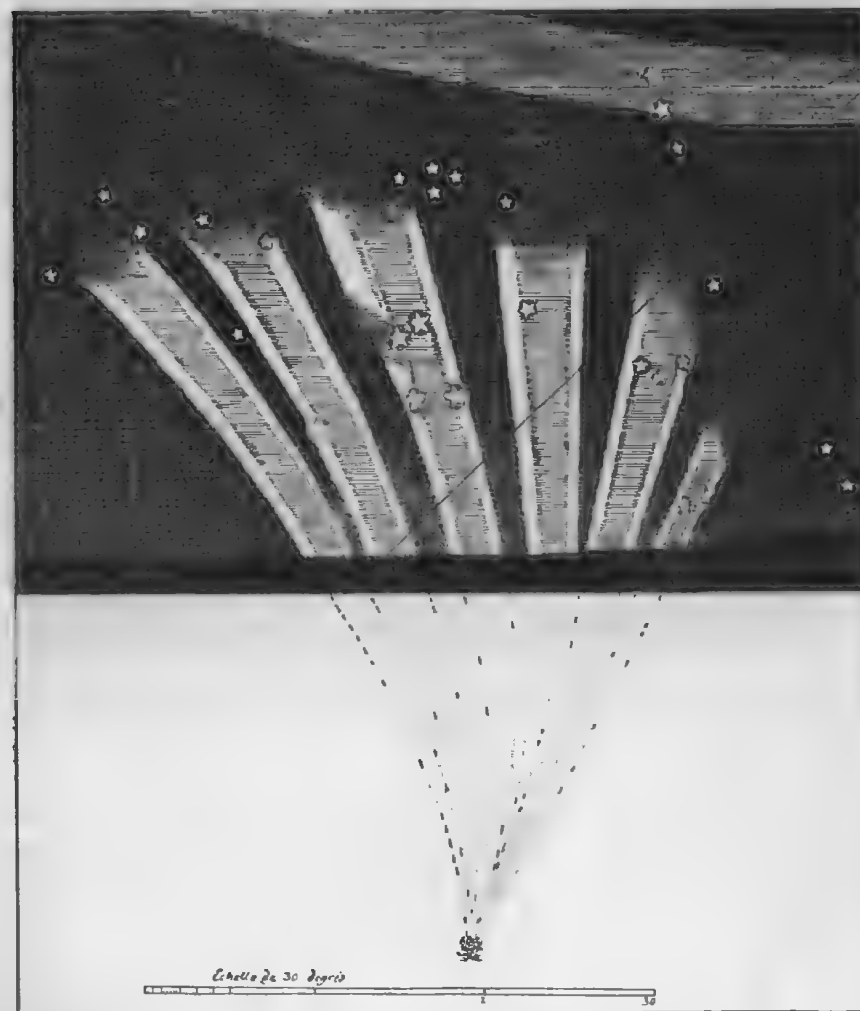


Рис. 373. Комета Шезо (1743 г.), по монографіи: „Traité de la Comète, qui a paru en décembre 1743“.

вытянутымъ впередъ указательнымъ или двумя смежными пальцами. Особенно любопытна была та, которая дала поводъ къ возникновенію библейскаго сказанія о пирѣ „Пышнаго царя“ („вальтасаръ“ значитъ пышный царь, откуда сдѣлано никогда не существовавшее собственное имя Вальтасаръ). Легенда говоритъ, что во время этого пира на стѣнѣ „Чертога Господня“, подъ которымъ, по буквальному

смыслу слова въ еврейскомъ подлинникѣ, надо понимать небесный сводъ, а не „карнизъ“ дворца самого Пышнаго царя (какъ передѣлали переводчики), появилась огненная рука (комета), вычертившая на небѣ слова „мани, факель, фаресь“. Здѣсь первое слово по-вавилонски значитъ: созвѣздіе смерти (Скорпіонъ), въ которое входитъ, какъ часть, и созвѣздіе Измѣрителя-Офіука съ его „мѣрою“, или съ небеснымъ экваторомъ, въ рукахъ. Второе слово (факель) обозначаетъ созвѣздіе Вѣсовъ, символъ правосудія, а третье; фаресь, или паресь,—созвѣздіе Персея. Истинный же смыслъ сказанія состоитъ въ томъ, что комета, главный хвостъ которой имѣлъ видъ указательнаго пальца, направила его сначала на созвѣздіе Вѣсовъ и на ногу Измѣрителя-Офіука въ Скорпіонѣ, а затѣмъ, вѣроятно, пройдя черезъ перигелій, указала такимъ же способомъ и на находящееся вдали созвѣздіе Персея, т.е. Перса.

Призванный перепугавшимся „Пышнымъ царемъ“ еврейскій астрологъ Даніиль и объяснилъ все небесное явленіе такъ, какъ объяснилъ бы въ первые вѣка нашей эры и всякій другой астрологъ. Когда была такая комета? По ней можно было бы опредѣлить и истинное время возникновенія сказанія о Даніилѣ. Однако, сдѣланный мною пересмотръ китайскихъ лѣтописей (въ ихъ англійскомъ изданіи) не обнаруживаетъ такой кометы за все время до начала христіанской эры, а послѣ нея даетъ только одну, подходящую къ библейскому описанію—февральскую комету 838 года.

Все это наводитъ на мысль, что книга „Судъ Божій“, передѣланная переводчиками въ Даніила (даніиль и значитъ Судъ Божій, а не собственное имя), является апокрифомъ, т.е. средне-вѣковымъ произведеніемъ, отнесеннымъ къ болѣе древнимъ временамъ, тѣмъ болѣе, что и написана она не на древне-еврейскомъ, а на арамейскомъ діалектѣ, вошедшемъ въ литературное употребленіе только послѣ начала нашей эры.

Изъ однохвостыхъ большихъ періодическихъ Кометъ-мечей мы прослѣдимъ лишь только одну, наиболѣе замѣчательную въ исторіи этого предмета, комету Галлея. Въ старинныхъ и новыхъ книгахъ показаны 25 ея появленій вблизи отъ Солнца, изъ которыхъ первыя 13 удовлетворительно отмѣчены только въ копіяхъ китайскихъ лѣтописей, воспроизводящихъ, повидимому, безъ фантастическихъ прикрасъ давно исчезнувшіе документы.

Оригиналовъ европейскихъ лѣтописей за первое тысячелѣтіе нашей эры, не говоря о предыдущихъ, мы тоже не имѣемъ. А дошедшія до насъ черезъ сотни переписчиковъ рукописи конца среднихъ вѣковъ и печатные сборники начала новаго времени (съ произведеніями, приписываемыми греческимъ: Плутарху II-го вѣка, Діону Кассію III вѣка, Сократу и Созомену V вѣка, и латинскимъ: Светонію II вѣка, Титу Ливію I вѣка и т. д.), если и представляютъ воспроизведеніе дѣйствительно очень древнихъ авторовъ, то мы никогда не можемъ быть увѣренными, что впоследствии ихъ не по-

полнили и не проредактировали десятки разъ въ продолженіе длиннаго рукописнаго періода среднихъ вѣковъ.

Но какъ бы то ни было, изъ Ликосееновой „Хроники чудесъ и знаменій (Prodigiorum et Ostentorum chronica)“, напечатанной въ Базелѣ въ 1557 году по документамъ большею частью неизвѣстнаго происхожденія; изъ „Кометографіи“ Любинецкаго (Historia Universalis omnium cometarum), напечатанной по такимъ же документамъ въ 1681 г.; изъ „Небесныхъ чудовищъ (Monstres célestes)“ Амвросія Паре и др. книгъ въ такомъ же родѣ, мы знаемъ, что въ то время имѣлось много копій съ отрывочными или болѣе или менѣе подробными сообщеніями о прежнихъ кометахъ, хотя достовѣрность этихъ сообщеній и требуетъ еще доказательствъ.

Такъ, рассказывалось, что разрушеніе Іерусалима и страшное изверженіе Везувія, похоронившее подъ пепломъ Геркуланумъ и Помпею, „предвѣщалось“ особой кометой, и, несмотря на то, что

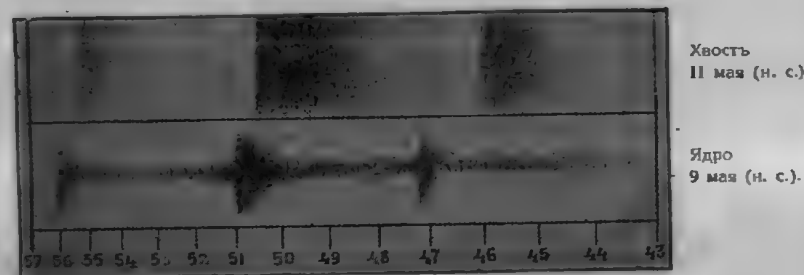


Рис. 374. Спектръ кометы Галлея, снятый въ Мадридѣ Иннигесомъ (полосы углеводородовъ). (Bull. Soc. Astr. de France, 1910).

первое событіе относится историками къ 70 году, а второе къ 79, оба они приводятся въ связь съ появленіемъ кометы Галлея въ 66 году. Точно такъ же ея появленіе въ 1456 г. сопоставлялось съ движеніемъ турокъ на Европу послѣ взятія ими Константинополя въ 1453 г., когда христіане видѣли въ ней поднятую на нихъ турецкую саблю. Папа Каликстъ III при взглядѣ на нее до того испугался, что придумалъ для ея изгнанія особый церковный звонъ, называемый angelus и до сихъ поръ продолжающійся въ католическихъ церквяхъ.

Однако, самымъ важнымъ въ научномъ отношеніи было появленіе этой кометы въ 1682 г., когда ученикъ Ньютона Эдмондъ Галлей до того былъ пораженъ ея видомъ, что рѣшилъ специально заняться кометами, и началъ вычислять (въ предположеніи параболическихъ орбитъ) пути всѣхъ, о которыхъ сохранились въ его время достаточно ясныя рукописныя или печатныя сообщенія. Полной критической оцѣнки наиболѣе древнихъ изъ нихъ и до сихъ поръ еще не сдѣлано, но Галлей и не пользовался ими, а только обнаружилъ, что путь его кометы совершенно походилъ на путь двухъ другихъ сравнительно недавняго времени: кометы 1607 г. и кометы 1531 г. Промежутки между ними были въ $75\frac{1}{2}$ лѣтъ, и отсюда онъ

заклучилъ, что оба предыдущія наблюденія относились къ той же самой кометѣ, а слѣдовательно она была не случайная гостя въ нашей солнечной системѣ, а принадлежала къ ней самой. Принявъ періодъ ея возвращеній къ перигелію въ $75\frac{1}{2}$ лѣтъ, онъ предсказалъ ея возвращеніе въ концѣ 1758 или началѣ 1759 года, что дѣйстви-



5 мая.



14 мая.



15 мая.

Рис. 375. Комета Галлея до ея прохожденія черезъ перигелій (5 мая) и послѣ него (14 и 15 мая), по фотографіямъ на Тенерифѣ Жана Маскара (Bull. Soc. Astr. de France, 1910).

тельно и осуществилось въ первой половинѣ 1759 г. Это была эпоха въ наукѣ о кометахъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ появилась идея и о принадлежности всѣхъ кометъ къ солнечной системѣ, не признанная всѣми окончательно до самаго послѣдняго времени лишь исключительно потому, что пути кометъ, у которыхъ не было открыто періодичности, на практикѣ по прежнему вычисляются по параболическимъ орбитамъ.

Съ тѣхъ поръ комета Галлея возвращалась къ намъ уже два раза: первый разъ въ 1835 и второй—въ 1910 году (рис. 375), когда, по вычисленіямъ Коуэлля и Кроммелина, ея хвостъ долженъ былъ задѣть Землю, если бы достигъ достаточно большой величины. Это обстоятельство сильно взволновало публику, такъ какъ, дѣйствительно, можно было ждать, что, при необычной скорости своего движенія, онъ могъ бы произвести въ земной атмосферѣ значительныя пертурбаціи, несмотря на свою крайнюю разрѣженность. Но онъ прошелъ мимо и сверхъ того развился такъ мало, что вызвалъ полное разочарованіе у всѣхъ наблюдателей.

Мы не можемъ здѣсь описывать исторіи появленія остальныхъ кометъ, такъ какъ наша главная цѣль—дать лишь общую теорію ихъ происхожденія, удовлетворяющую накопившимся въ настоящее время фактамъ, и мы видѣли, что всѣ эти факты указываютъ на ихъ возникновеніе въ самой нашей солнечной системѣ, въ ея занептуніанскихъ областяхъ. Падая оттуда къ Солнцу, подобно дождевымъ каплямъ, онѣ обыкновенно не попадаютъ на его поверхность, такъ какъ получаютъ, благодаря теченіямъ въ самой зодіакальной атмосферѣ въ періодъ ихъ образованія или благодаря какимъ-либо послѣдующимъ вліяніямъ, нѣкоторыя боковыя скорости, вслѣдствіе чего, облетѣвъ Солнце, возвращаются обратно туда же, откуда и прилетѣли, чтобы начать затѣмъ, какъ на каруселяхъ, новое совершенно такое же паденіе. Всѣ извѣстныя до сихъ поръ кометы съ короткими періодами обращенія тоже, повидимому, образовались первоначально въ занептуніанскихъ областяхъ, но были потомъ завлечены Юпитеромъ и другими большими планетами внутрь ихъ орбитъ, гдѣ и обращаются до сихъ поръ.

Таковы комета Энке-Баклунда, Темпля I, Темпля II, Темпля-Свифта, Виннеке, Брорзена, Д'Арре, Фая и распавшаяся теперь комета Біелы (рис. 376). Изъ болѣе далекихъ комета Туттля, повидимому, завлечена Сатурномъ. Комета 1866 г., почти вся распавшаяся уже на рой метеориковъ, встрѣчаемыхъ нами почти ежегодно 13—14 ноября (н. с.), завлечена Ураномъ, а кометы Галлея, Понс-Брукса и, можетъ быть, еще нѣсколько другихъ меньшихъ съ періодами обращенія между 70—80 годами—Нептуномъ. Всѣ же вновь возникшія и не подвергнувшіяся еще сильнымъ планетнымъ вліяніямъ кометы должны обращаться вокругъ Солнца въ періоды не менѣе 400—500 лѣтъ, иначе мы уже успѣли бы замѣтить ихъ вторичныя возвращенія.

Жизнь кометъ крайне непродолжительна въ сравненіи съ жизнью планетъ. Благодаря ихъ строенію, напоминающему перистое облако, состоящее изъ роя снѣжныхъ хлопьевъ, и своему большому объему, голова кометы при подходѣ къ Солнцу подвергается его сильному диссоциирующему вліянію. Ея ближайшія къ Солнцу области притягиваются имъ болѣе, а дальнѣйшія—менѣе, и разница въ паденіи тѣхъ и другихъ возрастаетъ прямо пропорціонально діаметру

ядра кометы и обратно пропорционально ея разстоянію отъ Солнца, какъ это мы уже видѣли при изслѣдованіи приливныхъ воздѣйствій.

Благодаря этому, подходя къ перигелію, голова кометы вытягивается, ближайшія ея части забѣгаютъ впередъ по орбитѣ, а дальнѣйшія отстаютъ. А такъ какъ сила притяженія къ ея центру ничтожна и не можетъ сдерживать начавшагося расхожденія различныхъ частей, онѣ раздвигаются все болѣе, и комета диссоциируетъ на клочки. Уже нѣсколько разъ такая диссоціація происходила на глазахъ астрономовъ, и комета при удаленіи отъ Солнца распадалась. Такъ, 13 ноября (н. с.) 1845 г. расчленилась на двѣ части комета Біелы, возвратившаяся къ Солнцу снова въ такомъ видѣ 26 сен-

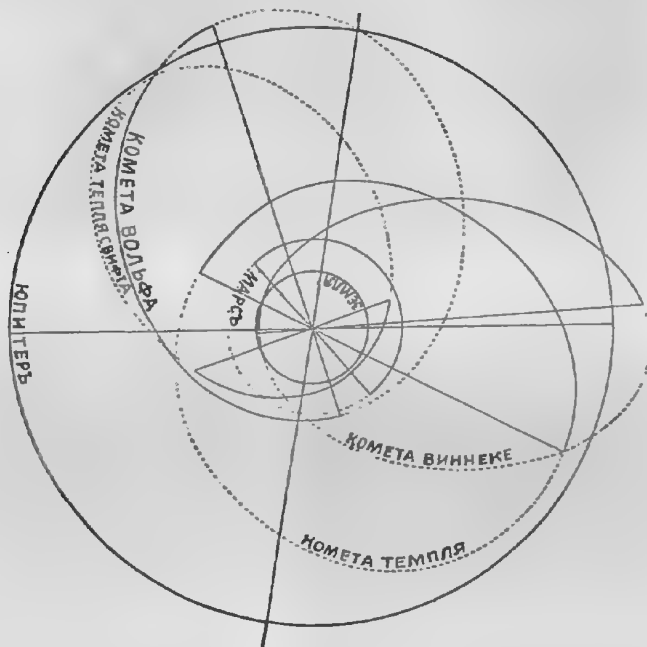


Рис. 376. Кометы, завлеченныя Юпитеромъ.

тября 1852 г., а затѣмъ она, повидимому, почти окончательно разсѣялась въ пространствѣ на мелкіе, невидимые для насъ, хлопья, потянувшіеся теперь на большемъ разстояніи по ея орбитѣ.

Когда 27 ноября 1877 года Земля пересѣкала ея орбиту, черезъ три мѣсяца послѣ теоретически опредѣленнаго прохожденія Біелы черезъ то же самое мѣсто, мы промчались неожиданно черезъ цѣлый рой мелкихъ космическихъ пылинокъ, летѣвшихъ отъ созвѣздія Андромеды и вызвавшихъ въ высотѣ нашей атмосферы истинный ливень падающихъ звѣздъ. Въ Римской обсерваторіи ихъ насчитали 13892, въ Монкальери 33400, а всѣхъ ихъ было въ эту ночь не менѣе 100 тысячъ! Большинство изъ нихъ летѣли, какъ мелкія отдѣльныя звѣзды, другія—группами, а нѣкоторыя вспыхивали

какъ яркіе огненные шарики замѣтныхъ размѣровъ. Это былъ, очевидно, цѣлый хвостъ космическихъ хлопьевъ, оставленныхъ за собой разсыпавшейся странницей. Относительно ихъ тожества съ кометой Біелы не можетъ быть никакихъ сомнѣній, такъ какъ такой же дождь повторился при аналогичныхъ условіяхъ 27 ноября 1885 года, да и направленіе и скорость его были тѣ же самыя. Тысячи падающихъ звѣздочекъ летѣли къ намъ отъ созвѣздія Андромеды, почему ихъ и называютъ теперь Андромедидами, или Біелидами (потокъ 27 ноября н. с.). Благодаря тому, что они догоняютъ Землю подъ угломъ въ 12° , ихъ движеніе очень медленное, онѣ скорѣе плывутъ вверхъ нашей атмосферы, чѣмъ летятъ по небу.

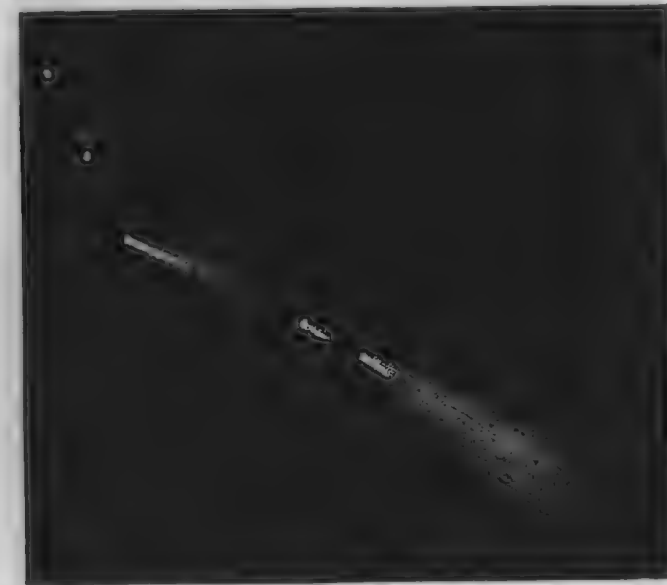


Рис. 377. Распаденіе кометы Брукса, по наблюденію Барнарда на Ликской обсерваторіи 4 августа 1889 г.

Здѣсь впервые обнаружилось, что падающія звѣзды являются хлопьями диссоциировавшихся кометныхъ головъ. Къ сожалѣнію, химическаго состава этихъ мелкихъ тѣлецъ не удалось вполне опредѣлить, такъ какъ ни одна еще не долетѣла до Земли, а поймать ихъ на лету для спектральнаго анализа было очень трудно. Конколи (Konkoly), проанализировавшій спектроскопомъ нѣсколько сотъ изъ нихъ, нашелъ въ ихъ ядрѣ непрерывный спектръ съ линіями натрія, магнія, стронція, литія и желѣза. Результатамъ сгоранія падающихъ звѣздъ приписываютъ и микроскопическія космическія пылинки, часто находимыя на снѣгу (рис. 383, стр. 862).

Расчлененія кометъ на глазахъ астрономовъ происходили и въ другихъ случаяхъ. Такъ, комета Брукса распалась на три части наканунѣ 4 августа 1889 г., какъ было зарисовано Барнардомъ на Ликской обсерваторіи въ Америкѣ (рис. 377), а это дѣлаетъ правдоподоб-

нымъ рассказы и лѣтописцевъ о диссоціаціи нѣсколькихъ большихъ древнихъ кометъ. Не говоря уже о греческомъ историкѣ Ефорѣ, сообщающемъ, что въ 341 г. значительная комета распалась на двѣ звѣзды, изъ которыхъ каждая пошла своимъ путемъ, мы имѣемъ рядъ аналогичныхъ фактовъ, отмѣченныхъ въ болѣе достовѣрныхъ китайскихъ лѣтописяхъ. Таково, на примѣръ, ихъ сообщеніе о трехъ совмѣстно шедшихъ кометахъ 896 г. Подобнымъ же образомъ ядро кометы 1652 г., говорятъ, раздѣлилось на пять или на шесть частей. Кометы 1661, 1664, 1860 и 1868 (Борзена) обнаружили явленія въ этомъ же родѣ. Отсюда видно, что расчлененіе сначала на крупныя части, а затѣмъ и на отдѣльные хлопья, не болѣе нѣсколькихъ дробныхъ долей грамма, есть общая судьба кометъ. А потому мы имѣемъ полное право разсматривать и всѣ падающія звѣзды, какъ продукты такого же процесса.

Въ этомъ отношеніи особенно интересны не отдѣльныя падающія звѣздочки, а цѣлые ихъ потоки, въ которыхъ воображеніе древнихъ видѣло сотни огненныхъ копій отъ внезапно разразившейся войны духовъ на небѣ. Само собой понятно, что изъ тысячъ подобныхъ потоковъ, мчащихся по всякимъ направленіямъ вокругъ Солнца, мы можемъ отмѣтить только тѣ, которые случайно пересекаютъ земную орбиту, т. е. не болѣе, какъ одинъ изъ миллиона. И однако же, мы знаемъ ихъ нѣсколько десятковъ. Въ нѣкоторыхъ изъ нихъ мы можемъ наблюдать по временамъ и жалкіе телескопическіе остатки когда-то породившей ихъ кометы.

Такъ, въ ровномъ, широкомъ и медленномъ (потому что онъ лишь догоняетъ Землю) потокѣ персейдъ, наблюдаемыхъ ежегодно 10 августа (н. с.) и называвшихся въ средніе вѣка слезами св. Лаврентія, память котораго праздновалась въ этотъ день, была открыта небольшая кометка 1862, I (Туттля), орбита которой, какъ и всего потока, уходитъ въ полтора раза далѣе орбиты Нептуна, что соответствуетъ ея обращенію около 121 г. Диссоціація главной части первоначальной большой кометы, родоначальницы этого потока, совершалась, повидимому, уже давно, и потому кометные хлопья почти равномерно разсѣялись по всей ея орбитѣ.

Въ потокѣ падающихъ звѣздъ 13—14 ноября (н. с.), называемыхъ леонидами, совершенно наоборотъ, замѣчается мѣстное сгущеніе, какъ ясный остатокъ главной части первоначальной распавшейся кометы. Трижды въ столѣтіе Земля проходитъ черезъ этотъ главный рой, и тогда дождь падающихъ звѣздъ, замѣчаемый и въ остальные годы, бываетъ очень силенъ. Въ ноябрѣ 902 г. онъ занесенъ даже въ лѣтопись: „въ эту ночь,—говоритъ она,—было видно безконечное число звѣздъ, мчавшихся, подобно дождю, какъ будто копья направо и налево (?), и годъ этотъ былъ названъ годомъ звѣздъ“. Ихъ же видѣлъ и Гумбольдтъ въ Куманѣ въ ночь на 12 ноября 1799 г.

Затѣмъ въ 1833 г. многіе наблюдали ихъ 13 ноября „падающими, какъ молчаливые хлопья снѣга“. Олимпедъ въ Бостонѣ выразился даже, что во время максимума онѣ летали почти такъ же часто, какъ снѣжки, несущіяся передъ вашими глазами въ зимнюю метель. Тутъ впервые замѣтили, что всѣ онѣ неслись отъ созвѣздія Льва, вслѣдствіе чего и назвали ихъ леонидами.

Съ того же времени стали искать созвѣздія, отъ которыхъ мчатся падающія звѣздочки и въ другихъ своихъ дождяхъ, и называть мѣсто ихъ исхода радіантомъ даннаго потока (рис. 378).

Въ 1866 г. ожиданіе особенно сильнаго потока леонидъ 14 ноября тоже оправдалось и даже дало возможность сдѣлать цѣнные выводы. Ширина этого потока сравнительно съ андромедидами очень

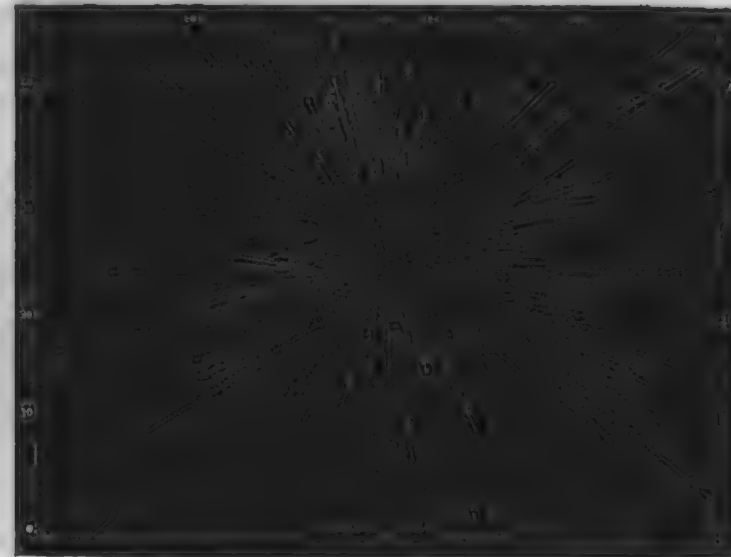


Рис. 378. Потокъ метеоритовъ 27 ноября (н. с.).

невелика, не болѣе 12 земныхъ діаметровъ (150,000 кил.), а сами сгорающія крупинки не больше нашихъ обыкновенныхъ снѣжныхъ хлопьевъ, со средними разстояніями другъ отъ друга километра въ три въ самомъ тѣсномъ мѣстѣ. Земля проходитъ весь потокъ косвенно въ продолженіе лишь 5 часовъ, а потому и дождь этотъ виденъ только въ томъ полушаріи Земли, въ которомъ созвѣздіе Льва еще находится надъ горизонтомъ. Перигелій ихъ орбиты не много ближе земного, а афелій—около орбиты Урана, вслѣдствіе чего Леверрье и пришелъ къ заключенію, что породившая этотъ рой первоначальная большая комета была завлечена на свой настоящій путь изъ болѣе далекихъ областей Ураномъ въ 126 г. нашей эры. Узелъ ихъ орбиты передвигается въ плоскости эклиптики на $14\frac{1}{2}^{\circ}$ въ тысячу лѣтъ, а онѣ несутся на ней въ обратномъ направленіи,

сравнительно съ Землей, вслѣдствіе чего относительная скорость ихъ встрѣчи съ нами достигаетъ 70 километровъ въ секунду, и онѣ, такимъ образомъ, являются самымъ быстрымъ огненнымъ дождемъ среди всѣхъ остальныхъ. Въ этомъ же потокѣ космическихъ пылинко́въ была открыта Темплемъ и телескопическая кометка 1862, I, обращающаяся, какъ онѣ, въ 33 года и, очевидно, представляющая еще сохранившійся остатокъ старинной большой распавшейся кометы.

Въ потокѣ лиридовъ, или геркулидовъ (20 апрѣля), который былъ особенно силенъ 4 апрѣля 905 г., такъ что попалъ даже въ саксонскую хронику, точно такъ же летитъ телескопическая кометка 1861, I. Его афелій лежитъ далеко за орбитой Нептуна, такъ что обращеніе вмѣстѣ съ кометкой опредѣляется въ 415 лѣтъ. Это наиболѣе длинная изъ всѣхъ вычисленныхъ орбитъ.

Само собою понятно, что точка радіана обнаруживаетъ намъ только кажущееся направленіе потока падающихъ звѣздъ, потому что Земля тоже движется въ пространствѣ, и ея движеніе геометрически складывается съ истиннымъ движеніемъ этихъ хлопьевъ вещества. Вотъ почему точка радіана слегка колеблется въ зависимости даже отъ вращенія мѣста наблюденія вокругъ земной оси.

Вышеизложенные факты заставляютъ признать кометное происхожденіе и за одиноко падающими звѣздочками. Это только заблудившіеся хлопья первоначальныхъ кометъ, унесенныхъ съ прежней дороги вліяніемъ проходившихъ мимо планетъ.

Обыкновенная высота ихъ вспыхиванія находится около 120 кил. надъ земной поверхностью, а потухаютъ онѣ, сгорая, не ниже 80 километровъ. Если бъ онѣ долетали до самой земной почвы, то несчастія отъ ихъ ударовъ были бы очень нерѣдки, и во время прохожденія черезъ ихъ „дожди“ всѣмъ благоразумнымъ пришлось бы, какъ говоритъ авторъ Апокалипсиса, „укрываться въ пещеры горъ“, потому что ихъ удары были бы сильнѣе самыхъ быстролетныхъ пуль. Конколи пришелъ къ заключенію, что онѣ тверды, такъ какъ ядро ихъ даетъ непрерывный спектръ, на которомъ удается иногда обнаружить, какъ мы уже упоминали, линіи натрія, магнія, стронція, литія и желѣза. Онѣ, повидимому, рыхлы, такъ какъ время отъ времени приходится видѣть ихъ распадающимися на двѣ, или на три при полетѣ въ воздухѣ. Онѣ чаще встрѣчаются во вторую половину года, когда Земля летитъ къ раздвоенію Млечнаго пути въ созвѣздіи Скорпіона. Ихъ суточный максимумъ бываетъ отъ 3 до 6 часовъ утра, когда мѣсто наблюденія летитъ впереди Земли по ея орбитѣ.

Скорость ихъ полета, близкая къ параболической, должна быть на разстояніи земной орбиты около 42.000 метровъ въ секунду. Скорость же самой Земли близка къ 29.500 метрамъ въ секунду. Значитъ, при встрѣчномъ движеніи Земли и падающей звѣздочки относительная быстрота сближенія обѣихъ доходитъ до 72.000 метровъ въ секунду, и тогда кажется, что звѣздочка летитъ вверхъ чрезъ

вычайно стремительно. При догоняющемъ же движеніи скорость сближенія можетъ уменьшиться и до 12.000 метровъ въ секунду (и даже много менѣе, если орбита звѣздочки близка къ круговой), и тогда она какъ бы плыветъ на парусахъ между настоящими звѣздами.

Какое вліяніе могутъ оказать такіа кометныя хлопья на Землю и планеты?

Принимая величину песчинки около одного кубическаго миллиграмма для ихъ средняго объема и считая, по Симону Ньютону, что на Землю въ годъ ихъ падаетъ не менѣе 150 тысячъ миллионъ, мы придемъ къ заключенію, что, сменя ихъ въ одну кучу, мы составили бы пирамидку въ 150 куб. метровъ, а въ тысячелѣтіе—даже большой холмъ въ 150.000 куб. метровъ и въ девятьсотъ



Рис. 379. Дождь метеоритовъ 27 ноября 1872 г.

милліоновъ килограммовъ вѣса. Отсюда нетрудно опредѣлить, что въ 35 тысячъ лѣтъ, т.-е. въ каждые полтора прецессіональные круга земной радіусъ долженъ увеличиваться отъ нихъ на 1 сантиметръ, а это должно отозваться хотя, сравнительно, и ничтожнымъ, но все же замѣтнымъ приращеніемъ массы земного шара.

Отсюда ясно слѣдующее: если количество такихъ хлопьевъ, мчащихся къ Солнцу и отъ Солнца, одинаково по всѣмъ направленіямъ, Земля будетъ чаще сталкиваться съ ними своей передней гемисферой (какъ это и есть), и скорость ея орбитальнаго движенія должна съ каждымъ новымъ ихъ ударомъ уменьшаться на дифференціально малую величину. Но это замедленіе, сопровождающееся каждый разъ дифференціально малымъ уменьшеніемъ центробѣжной силы, сейчасъ же вызоветъ соответствующее болѣе крутое

паденіе планеты къ Солнцу, что не только съ избыткомъ вознаграждаетъ потерю скорости въ данномъ мѣстѣ, но сократитъ и среднее разстояніе планеты отъ Солнца. Такимъ образомъ, въ результатѣ, произойдетъ странный на первый взглядъ, но легко объяснимый аналитически фактъ, что всякое свѣтило, вдругъ задержанное на своей орбитѣ какимъ-либо препятствіемъ, пойдетъ по новой меньшей орбитѣ, но съ большей средней скоростью, чѣмъ прежде. Только приходя снова въ точку задержки, какъ въ свой афелій, свѣтило будетъ сохранять въ немъ въ полной мѣрѣ свою уменьшенную скорость. И наоборотъ. Каждое свѣтило, подтолкнутое сзади на своей орбитѣ, будетъ отброшено увеличившейся центробѣжной силой на другую большую, благодаря чему только въ мѣстѣ толчка, какъ въ перигелии новой орбиты, сохранится въ полной мѣрѣ приращенная скорость, а при удаленіи отъ этой точки къ новому афелію свѣтило будетъ идти все медленѣе, такъ что средняя скорость его орбитальнаго движенія уменьшится отъ ея увеличенія въ какой-либо точкѣ первоначальной орбиты.

Кромѣ того, тотъ же анализъ показываетъ намъ еще, что если приращенная скорость превзойдетъ болѣе, чѣмъ въ полтора раза (върнѣе въ $\sqrt{2} = 1,414$ разъ), первоначальную на круговой орбитѣ, то планета пойдетъ уже по гиперболическому пути и болѣе не возвратится къ центру своего движенія. При этомъ средняя скорость ея движенія приметъ нулевое значеніе при параболѣ и рядъ новыхъ конечныхъ величинъ при различныхъ гиперболахъ.

Таковы результаты одинокихъ значительныхъ толчковъ на планету. Круговая орбита при нихъ непремѣнно переходитъ въ эллиптическую или, при особенно мощныхъ толчкахъ,—даже въ гиперболическую.

Если же встрѣчные толчки, въ случаѣ сопротивленія газовой среды или избытка метеоритныхъ ударовъ спереди, какъ было указано выше, дифференціально малы и разсѣяны равномерно по всему пути планеты, то замедляющее дѣйствіе ихъ будетъ равномерно складываться, переводя постепенно планету ближе къ центру ея поля по спирали. Но и тутъ, по мѣрѣ уменьшенія величины оборотовъ спирали, средняя скорость движенія не только не будетъ уменьшаться, но, наоборотъ, увеличиваться, насчетъ силы тяготѣнія планеты къ центру спирали, чѣмъ и обусловится указанный нами выше астрономическій парадоксъ, что средняя скорость орбитальнаго движенія планетъ увеличивается отъ каждаго замедленія ихъ полета посторонней силой. Новую скорость здѣсь всегда можно вычислить, пользуясь уже приведеннымъ нами третьимъ закономъ Кеплера, говорящимъ, что квадраты временъ обращенія относятся, какъ кубы среднихъ разстояній планетъ отъ центра поля тяготѣнія ихъ системы. Опредѣливъ на этой формулѣ время новаго обращенія и зная, что длина круговой орбиты равна $2\pi r$, гдѣ r есть ея радіусъ, мы и найдемъ скорость новаго движенія, раздѣливъ $2\pi r$ на время обращенія планеты.



Если же паденіе метеоритовъ на планету не равномерно все-стороннее, то оно можетъ вызвать вмѣстѣ съ замедленіемъ или ускореніемъ ея движенія также и измѣненіе эксцентрицитета ея орбиты, или угла ея наклоненія къ условной эклиптикальной плоскости, принятой за неизмѣнную.

Прибавимъ въ заключеніе, что, принявъ для средней скорости падающихъ звѣздъ 40 километровъ въ секунду, мы легко выяснимъ слѣдующее обстоятельство. Хотя на той высотѣ, гдѣ онѣ вспыхиваютъ, давленіе воздуха не превышаетъ одной сотой доли атмосферы, однако напоръ его на ихъ переднюю часть (при ихъ огромной скорости) долженъ доходить до сотни нашихъ атмосферныхъ давленій. Ихъ температура должна при остановкѣ подниматься свыше 4000°, такъ что самыя тугоплавкія вещества ихъ должны превращаться въ газы, начиная съ поверхности, гдѣ, главнымъ образомъ, и совершается процессъ нагрѣванія треніемъ. Всѣ химическія соединенія ихъ должны при этомъ диссоціироваться на отдѣльные элементы, способные тутъ же соединяться съ кислородомъ нашей атмосферы.

Падающія звѣздочки всегда бываютъ очень малы. Мы не видимъ постепеннаго перехода отъ нихъ къ другимъ значительно болѣе крупнымъ космическимъ метеорамъ, болидамъ, которые время отъ времени проносятся вверхъ нашей атмосферы. Одни изъ нихъ летятъ молчаливо (рис. 380), какъ огненные шары, ясно видимаго поперечника, превосходящаго иногда угловой діаметръ Солнца, другіе съ грохотомъ разрываются вверхъ, бросивъ на Землю одинъ или нѣсколько сплавленныхъ на своей поверхности угловатыхъ осколковъ. Діаметръ молчаливыхъ болидовъ колеблется отъ нѣсколькихъ метровъ до многихъ километровъ. Такъ, болидъ Галлея, пронесшійся 19 марта 1718 г. на высотѣ 160 километровъ надъ Землей и блескѣвшій, какъ Солнце, имѣлъ въ поперечникѣ $2\frac{1}{8}$ километра. Болидъ 5 января 1837 имѣлъ 2,2 километра, а болидъ 18 августа 1841 г., по вычисленіямъ, уже почти 4 версты. Камни, выпадающіе изъ взрывчатыхъ болидовъ, достигали иногда значительной величины и получили названіе метеоритовъ.

Въ языческій періодъ умственного развитія человѣчества не различали еще этихъ двухъ типовъ и считали и тѣ и другіе пролетающими по небу богами. Древніе греки поклонялись метеориту, упавшему въ рѣку Эгось во Фракіи, какъ говорятъ, въ 465 г. до нашей эры. Гомеръ даетъ Лейнѣ, сходящей съ Олимпа, образъ метеора. Въ Каабѣ, главномъ святилищѣ магометанъ, и до сихъ поръ лежитъ почернѣвшій метеоритъ, весь отшлифованный губами вѣрующихъ. Въ средніе вѣка въ Европѣ и въ Китаѣ въ нихъ видѣли огненныхъ драконовъ, пролетающихъ по небу. Наилучшее описаніе большинства историческихъ метеоритовъ можно видѣть въ статьѣ

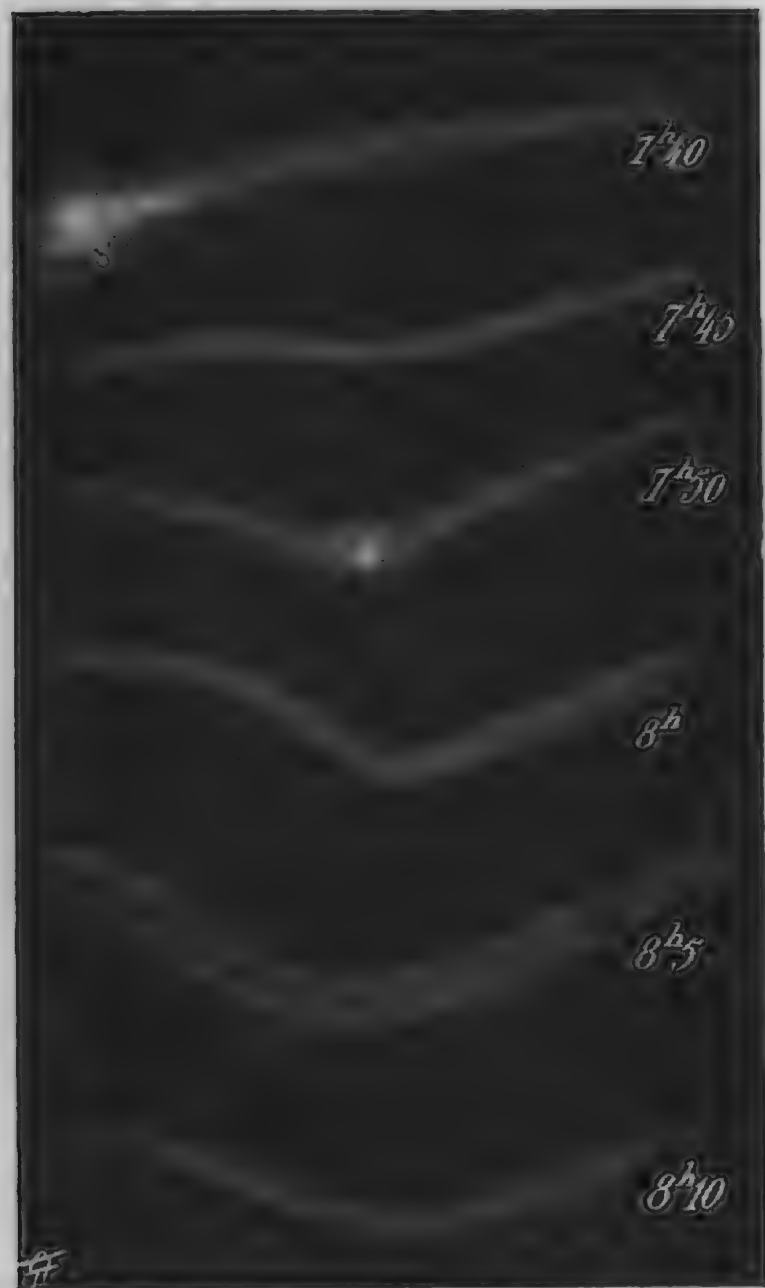


Рис. 380. Последовательныя измѣненія слѣда отъ молчаливаго синевіолетоваго болида, пронёсшагося надъ Гонфлеромъ въ Кальвадосѣ 22 февр. 1909 г. въ 7 ч. 40 м. вечера. (Journ. Soc. Astr. de France, 1909, p. 160).

американскаго ученаго С. Ньютона въ „Report of British Association“ 1891 г. (стр. 805), а здѣсь мы ограничимся для образчика лишь двумя случаями.

I примѣръ. 6 ноября (н. с.) 1869 г. надъ Фромомъ въ Соммерсетширѣ, въ Англіи многіе вдругъ увидѣли быстро пролетающій къ юго-западу огненный шаръ, за которымъ тянулся свѣтящійся облачный хвостъ, не исчезающій въ продолженіе цѣлыхъ 50 минутъ. Онъ молчаливо скрылся вдали за горизонтомъ, и въ послѣдній разъ его видѣли надъ островами Сцилли у береговъ Корнуэлля.

Понятно, что, при неожиданности его появленія и неподготовленности наблюдателей, было невозможно, какъ и всегда въ подобныхъ случаяхъ, сдѣлать точныя отмѣтки о времени его пролета надъ той или другой мѣстностью, тѣмъ болѣе, что и карманные часы различныхъ наблюдателей могли расходиться между собою на цѣлыя минуты. Но въ результатѣ всѣхъ отдѣльныхъ сопоставленій обнаружилось, что разстояніе въ 170 англійскихъ миль (около 250 километровъ) было пройдено болидомъ не болѣе, какъ въ нѣсколько секундъ, а слѣдовательно, скорость его была близка къ кометной. Легче удалось, по сравненію его видимаго положенія на небесномъ сводѣ съ различныхъ точекъ зрѣнія, опредѣлить высоту его полета, и она оказалась близкой къ 140 километрамъ надъ Фромомъ и около 45 близъ острововъ Сцилли, гдѣ болидъ исчезъ окончательно изъ виду.

II примѣръ. 10 февраля 1896 г. произошла надъ Мадридомъ въ Испаніи вспышка голубоватаго свѣта, какъ выражались видѣвшіе, „въ 9 разъ сильнѣе солнечнаго (!)“, и вслѣдъ затѣмъ страшный взрывъ разбилъ много стеколъ въ домахъ. Тысячи народу въ ужасѣ бросились бѣжать, не зная сами куда. Другіе, бывшіе на улицахъ, видѣли, какъ бѣлое свѣтлое облако пронеслось по небу, оставивъ за собою длинный хвостъ. Мелкіе каменистые обломки кое-гдѣ упали съ высоты на глазахъ людей и оказались силикатами магнезіи и желѣза съ небольшою примѣсью алюминія, никкеля и кальція.

Таковы два типическіе примѣра молчаливыхъ и взрывныхъ метеоритовъ. Ихъ можно было бы привести и тысячу въ томъ же родѣ.

Несмотря на огромную защиту нашей атмосферы, представляющей почти непреодолимое препятствіе очень быстро движущимся въ ней тѣламъ, метеориты иногда причиняютъ серьезныя несчастія. Такъ, въ 616 году, въ Китаѣ, камни, упавшіе съ неба, какъ разсказываетъ лѣтопись, разбили нѣсколько телѣгъ и убили при нихъ 10 человекъ; въ 944, по хроникѣ Фродоарда, одинъ метеоритъ, упавшій на зданіе, причинилъ большой пожаръ. То же было 7 марта 1618 г., когда въ Парижѣ сгорѣлъ Palais de Justice. Въ 1647 г. были убиты метеоритомъ два моряка на суднѣ въ морѣ, въ 1654 г. убитъ францисканскій монахъ въ Миланѣ, въ 1879 г. крестьянинъ въ Калифорніи, въ Канзасѣ-Сити, при чемъ метеоритъ разбилъ еще и огромное дерево, и т. д. и т. д.

Самый большой изъ хранящихся въ нашихъ музеяхъ упалъ въ 1886 г. въ Бразиліи и находится теперь въ Рио-де-Жанейро. Онъ вѣситъ 5360 килограммовъ. Другой, упавшій въ 1861 году въ Австраліи, вѣсилъ 3000 килограммовъ, но распался при паденіи на двѣ части, одна изъ которыхъ теперь въ Британскомъ музеѣ въ Лондонѣ, а другая въ Мельбурнѣ, въ Австраліи.

Достигаютъ до земной поверхности, несомнѣнно, лишь тѣ метеориты, которые догоняютъ Землю въ ея пути, и потому не обла- даютъ слишкомъ большими скоростями сближенія, иначе они сго-

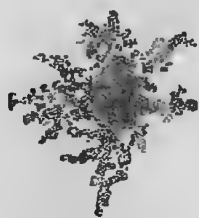


Рис. 381. Зола сгорѣвшаго метеорита, въ натуральную величину.

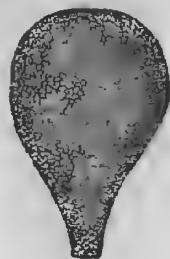


Рис. 382. Одна сильно увеличенная крупинка.

рѣли бы цѣликомъ вверхъ (рис. 381). Но даже и въ первомъ случаѣ вся поверхность ихъ бываетъ при паденіи оплавлена, хотя внутренность ихъ еще не глубоко прогрѣта, и разломы обнаруживаютъ леденящую температуру.



Рис. 383. Сильно увеличенныя крупинки космической пыли, собранныя Тиссандье въ снѣгу.

Минералогъ Добре, изслѣдовавшій въ Парижскомъ музеѣ 260 образчиковъ, раздѣлилъ всѣ извѣстные до сихъ поръ метеориты на 4 класса:

1) Голосидеры изъ чистаго желѣза съ никкелемъ, самые рѣдкіе.

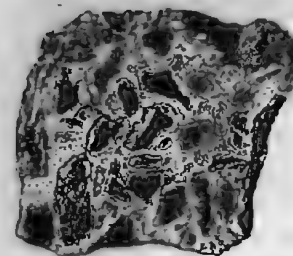
2) Сиссидеры, гдѣ въ массѣ желѣза заплавлены мелкіе каменистые обломки, главнымъ образомъ, перидота, тожественнаго съ земными образчиками.

3) Спорадосидеры, гдѣ, наоборотъ, въ каменистой минеральной массѣ заключены зерна чистаго желѣза. Они наиболѣе часты.

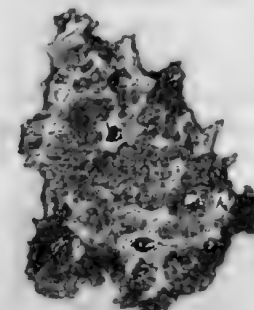
4) Ассидеры, совсѣмъ безъ желѣза, очень рѣдкіе.

Самое интересное здѣсь то, что минералы, составляющіе, взрывные болиды, идентичны съ тѣми, какіе мы находимъ въ нашихъ

По S. Meunier, проф. геологій въ Парижскомъ музеѣ.



1
Рис. 384. Образчикъ руды изъ жилы въ Гарцѣ.



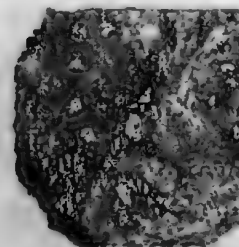
2
Рис. 385. Метеоритное Палласово желѣзо, образчикъ Парижскаго музея.



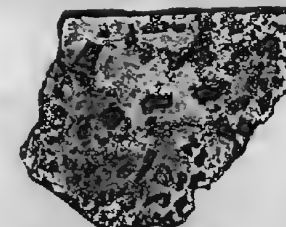
3
Рис. 386. Известнякъ изъ окрестностей Флоренціи съ трещинами и сдвигами.



4
Рис. 387. Метеоритъ съ трещинами и сдвигами, упавшій 10 февр. 1853 г. въ Сициліи (образчикъ Парижскаго музея).



5
Рис. 388. Базальтовая жила съ обломками мѣла, метаморфизированнаго въ антримскій мраморъ.



6
Рис. 389. Метеоритъ изъ Сиерра-де-Ле-еза (1/2 ест. вел.), образчикъ Парижскаго музея.

изверженных породахъ. Такъ, метеоритъ, упавшій въ 1821 г. въ Жювизи, во Франціи, почти совершенно тождественъ по составу съ нѣкоторыми исландскими лавами. Метеоритъ изъ Марны, упавшій въ 1815 г., состоитъ изъ перидота съ зернами хромистаго желѣзняка, совершенно какъ дунитъ изъ Новой Зеландіи. Метеоритъ, упавшій въ Сибири въ 1877 г., представляетъ собою обломокъ трахитоваго туфа, совершенно такого же, какъ на берегахъ Рейна и въ вулканахъ Оверни.

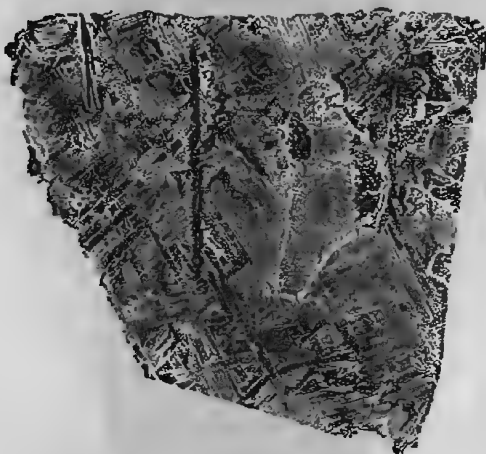


Рис. 390. Видманшtedтовы фигуры на шлифахъ метеоритовъ.

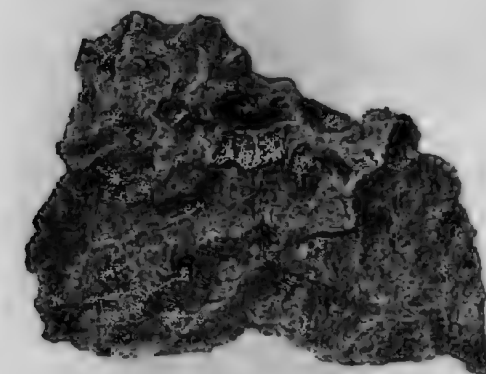


Рис. 391. Обыкновенный видъ метеорита.

доизмѣненія углерода. Въ сотняхъ Оргейльскихъ метеоритовъ, упавшихъ во Франціи 14 мая 1864 г., изъ огромнаго взорвавшагося вверху огненнаго шара, величиной съ видимую Луну, а въ дѣйствительности не менѣе километра діаметромъ, совсѣмъ не оказалось желѣза, а только землистые минералы, среди которыхъ находился уголь и какія-то бѣлыя и желтоватыя вещества, похожія на жиры или твердые углеводороды органическаго происхожденія, растворимые въ

Кремній, кислородъ и желѣзо, преобладающіе въ земныхъ минералахъ, преобладаютъ и въ нихъ, особенно если принять во вниманіе, что желѣзистые метеориты сравнительно рѣдки даже въ нашихъ музеяхъ, несмотря на то, что они, какъ самые твердые, легче достигаютъ въ цѣлости до земли и, кромѣ того, легче отличаются и при разыскиваніи отъ обычныхъ каменныхъ обломковъ, съ которыми смѣшиваются землистые. Изъ остальныхъ элементовъ въ нихъ найдены: никель, углеродъ, магній, алюминій, сѣра, фосфоръ и въ малыхъ количествахъ—хромъ, кобальтъ, олово, мѣдь, титанъ, марганецъ, сурьма, мышьякъ, литій и оклюзированные газы—водородъ, гелій, аргонъ, неонъ, азотъ, закись и окись углерода.

Всѣ эти газы изгоняются изъ нихъ только прокаливаніемъ. Углеродъ содержится въ метеоритахъ большею частью въ видѣ алмаза, графита и аморфный. Въ желѣзистомъ метеоритѣ изъ Каньонъ Діабло, въ Калифорніи есть всѣ три ви-

зирѣ и кристаллизующіеся изъ него. Если бъ какому-либо химику, не говоря ни слова, дали ихъ для анализа, онъ безъ колебаній призналъ бы ихъ за продукты органической жизни. Изъ сложныхъ же минеральныхъ веществъ въ каменныхъ метеоритахъ преобладаютъ обычные въ вулканическихъ породахъ минералы—перидотъ, пироксель, полевоі шпатъ, анортитъ, экстатитъ, хромистый желѣзнякъ, магнитный пиритъ и закись желѣза.

Нѣкоторые ясно обнаруживаютъ, что ранѣе, чѣмъ принять свой настоящій видъ, они были раздроблены какими-то мощными боковыми давленіями, а затѣмъ обломки ихъ, сохранивъ всю свою угловатость, цементировались расплавленнымъ желѣзомъ или заполнили свои трещины прожилками постороннихъ минеральныхъ субстанцій.

Все въ нихъ до мелочей показываетъ намъ, что такіе куски могли образоваться только въ глубинѣ мощной планеты, гдѣ они подвергались могучимъ давленіямъ, и что всѣ они одного и того же происхожденія. Однако, никакихъ слоистыхъ породъ, въ родѣ гнейсовъ или сланцевъ въ нихъ не найдено до сихъ поръ, а по величинѣ ни одинъ изъ извѣстныхъ намъ метеоритовъ не превосходитъ кубическаго метра.

Вотъ почему, не только Добре, но и извѣстный современный минералогъ Чермакъ, обстоятельно изучившій всѣ метеориты богатой вѣнской коллекціи, пришелъ къ заключенію, что это продукты вулканическаго происхожденія, изверженія вулкановъ какихъ-либо свѣтилъ, находящихся на той же стадіи своей эволюціи, какъ и современная Земля.

Но принадлежатъ ли эти свѣтила къ нашей солнечной системѣ или залетѣли въ нее изъ чуждыхъ ей странъ? Не являются ли они продуктами взрывовъ отжившихъ уже свѣтилъ, такъ называемыхъ временныхъ звѣздъ? За это какъ будто говорятъ огромныя скорости, вычисленныя нѣкоторыми для болидовъ. Такъ, на примѣръ, когда 5 сентября 1868 г., въ 6 ч. 30 м. вечера огромный шаръ пронесся отъ востока къ западу надъ Австріей и Франціей, на высотѣ отъ 100 до 300 километровъ, Тиссо, собравъ всѣ сообщенія частныхъ лицъ, вывелъ заключеніе, что онъ пролетѣлъ, все это разстояніе въ 17 секундъ, т.-е. обладалъ сверхпараболической скоростью 79.000 метровъ въ секунду, такъ что прилетѣлъ къ Солнцу изъ чуждыхъ міровъ по гиперболической орбитѣ. Точно къ такимъ же результатамъ пришелъ Грюэ (Gruye) относительно метеорита, пронесшагося надъ Бордо на высотѣ 252 километровъ, которому онъ приписалъ гиперболическую скорость 68.000 километровъ въ секунду и т. д.

Но уже самый поверхностный критическій разборъ данныхъ, на которыхъ основывались всѣ такого рода вычисленія, показываетъ, что они представляютъ даромъ потраченные трудъ и время. Определить приблизительно высоту полета метеора очень легко, если нѣсколько наблюдателей, находящихся въ различныхъ мѣстахъ, приблизительно указали на небѣ положеніе полосы его полета. Но для

опредѣленія скорости въ секундахъ необходимо, чтобы, по крайней мѣрѣ, два наблюдателя на сотняхъ километровъ разстоянія другъ отъ друга, какъ разъ въ это же самое время, держали въ рукахъ точные и свѣренные другъ съ другомъ карманные часы и вмѣсто того, чтобы смотрѣть нѣсколько мгновений съ удивленіемъ на мчащійся надъ ними метеоритъ, позаботились точно отмѣтить секунды его пролета надъ ихъ головой! Этого, конечно, ни разу еще не было сдѣлано, а потому и время пролета метеорита никогда еще не опредѣлялось точно, чѣмъ въ минутахъ. Слѣдовательно, и утвержденіе, что такой-то пролетѣлъ въ 5 или 15 секундъ такое-то разстояніе, является только наивностью, и вычислять орбиты на подобномъ основаніи невозможно.



Рис. 392. Видманштедтовы фигуры на полированных разрѣзахъ желѣзно-никелевыхъ метеоритовъ.

Относительно скорости болидовъ мы можемъ пока сказать лишь одно: она, при глазомѣрномъ опредѣленіи, варьируется приблизительно между тѣми же предѣлами, какъ и скорости падающихъ звѣздъ. Мгновенныхъ молніевидныхъ пролетовъ, какіе соотвѣтствовали бы широко раскрытымъ гиперболамъ, еще никто не видалъ у метеоритовъ, а очень медленныхъ, соответствующихъ эллипсамъ, видали немало. Поэтому и приписывать нѣкоторымъ изъ нихъ мѣстное, а другимъ чуждое нашей солнечной системѣ происхождение мы не имѣемъ никакого основанія, тѣмъ болѣе, что по частотѣ ихъ пролетовъ надъ разными странами Земли пришлось бы

заключить, что они носятъ, какъ пули при перестрѣлкѣ, повсюду въ междузвѣздномъ пространствѣ. Вотъ почему, мы и ограничимся пока только разборомъ гипотезъ о ихъ мѣстномъ происхожденіи.

Оставивъ пока въ сторонѣ молчаливые шаровидные болиды, представляющіе, повидимому, скопленія газовъ, аналогичныя нѣкоторымъ малымъ кометамъ, въ родѣ кометки Энке-Баклундъ, и говоря только о взрывчатыхъ болидахъ, всегда заключающихъ въ себѣ твердыя минеральныя части вулканическаго происхожденія, мы можемъ лишь спросить: какая планета выбросила ихъ въ великую зодіакальную оболочку нашей солнечной системы? Конечно, всякая слабо-атмосферная планета, на которой есть или была въ недавніе періоды вулканическая дѣятельность, подобная нашей современной, могла бы это сдѣлать. Теорія показываетъ, что критическая скорость на поверхности свѣтила, т.-е. такая, при которой брошенное его вулканомъ тѣло (все равно, въ какомъ направленіи ни произошло бы это) не возвратилось бы болѣе на него, а окончательно ушло бы изъ поля его тяготѣнія, выражается формулой $v = \sqrt{2gr}$ (гдѣ v есть критическая скорость, g —ускореніе тяжести на поверхности данной планеты, а r —ея радіусъ), или по другой: $v = \sqrt{\frac{2m}{r}}$ (гдѣ m есть астрономическая масса свѣтила).

Изъ первой формулы мы видимъ, что на земной поверхности, гдѣ среднее ускореніе тяжести $g = 9^m, 80$, а радіусъ близокъ 6371 километру, критическая скорость близка къ 11 километрамъ въ секунду. А такая величина всего лишь въ 11 разъ превышаетъ начальную скорость нашихъ артиллерійскихъ коническихъ ядеръ и, конечно, далеко ниже тѣхъ, которыя достигаются нашими вулканами.

Только современная значительная атмосфера Земли, оказывающая, какъ мы видѣли, непреодолимое сопротивленіе слишкомъ быстро летящимъ въ ней тѣламъ¹⁾, и не позволяетъ многимъ вулканическимъ изверженіямъ улетать за предѣлы поля земного тяготѣнія. Но передъ нынѣшнимъ состояніемъ Земли былъ періодъ, когда азотъ, составляющій $\frac{3}{4}$ нашей атмосферы входилъ, какъ онъ входитъ и теперь при высокихъ температурахъ, въ твердыя химическія соединенія съ металлами, и тогда наша Земля была тоже въ слабо-атмосферномъ періодѣ своей эволюціи. Вулканы того времени,—могутъ быть, даже и вызванные первоначально глубинными химическими процессами, давшими намъ свободный азотъ,—могли тогда легко выбрасывать изъ своихъ жерлъ ежегодно билліоны каменныхъ обломковъ, улетающихъ въ пространство и получившихъ независимое обращеніе вокругъ Солнца.

Еще проще могла бы сдѣлать это Луна, на которой камень,

¹⁾ Сопротивленіе при большихъ скоростяхъ возрастаетъ пропорціонально ихъ квадрату, а при малыхъ сильно уменьшается по особой трансцендентной формулѣ (см. нашу монографію „Сопротивленіе упругой среды движущимся въ ней тѣламъ“).

выброшенный въ любомъ направленіи съ начальной скоростью 2360 метровъ въ секунду, всего въ два раза превышающей начальную скорость нашихъ коническихъ ядеръ, уже не возвратился бы на ея поверхность, а улетѣлъ бы изъ ея поля тяготѣнія въ солнечное, которое возвращало бы его при каждомъ оборотѣ вокругъ нашего центрального свѣтила въ ту же точку лунной, а съ нею и земной орбиты, изъ которой онъ былъ выброшенъ. Вліяніе планеты лишь перемѣщало бы эту точку вдоль эклиптики.

Мы видимъ, что, какъ въ случаѣ выброса съ Земли, такъ и выброса съ Луны, тотъ или другой камень, сдѣлавъ десятки, сотни или даже тысячи кругооборотовъ вокругъ Солнца, каждый продолжительностью около года, вновь попадалъ бы на Землю или на Луну съ той самой относительной скоростью, съ которой онъ и умчался въ пространство при своемъ выбросѣ съ нихъ. Въ этомъ случаѣ намъ не было бы нужды представлять все междузвѣздное или междупланетное пространство пронизываемымъ повсюду вулканическими выбросами свѣтилъ: каждое изъ нихъ имѣло бы привилегію самому же и собирать потомъ слишкомъ далекія изверженія своихъ вулкановъ.

Точно такъ же можно вычислить, что безъ присутствія зодіакальной атмосферы, могущей ¹⁾ оказывать замѣтное сопротивленіе очень быстро летящимъ въ ней тѣламъ, всякій солнечный протуберансъ, умчавшійся со скоростью въ 608 километровъ въ секунду, уже не возвратился бы болѣе на Солнце, а улетѣлъ бы въ междузвѣздное пространство.



Планета-Конь. Французская виньетка XIX вѣка.

¹⁾ Особенно на периферіи, гдѣ ея упругость, т.-е. передача всякаго давленія во всѣ стороны, уменьшается почти до нуля



Виньетка XIX вѣка.

VII.

Чуждыя намъ Солнца Вселенной.

1. Солнце среди своихъ собратій.

Родство нашего Солнца со звѣздами предчувствовалось уже въ древности, но количественныя сравненія съ ними его величины, температуры и свѣта стали производиться лишь съ XVIII вѣка. Такъ, Митчелъ въ С. Америкѣ пришелъ къ выводу, что при увеличеніи разстоянія отъ насъ Солнца въ 500 тысячъ разъ оно блесѣло бы на ночномъ небѣ, приблизительно какъ Сатурнъ при противостояніи. Изъ новѣйшихъ же изслѣдованій стало совершенно ясно, что на среднемъ разстояніи всѣхъ видимыхъ простымъ глазомъ звѣздъ оно принадлежало бы даже къ едва замѣтнымъ желтоватымъ звѣздочкамъ, но это, впрочемъ, не значило бы еще, что оно исключительно мало, такъ какъ, въ виду преобладанія мелкихъ звѣздъ надъ крупными, это среднее разстояніе и оказалось бы соответствующимъ, именно, имъ.

Итакъ, Солнце, съ его планетной системой, только одна изъ огромнаго количества окружающихъ насъ звѣздъ съ ихъ собственными планетными системами, и каждая звѣзда для обращающихся около нея планетъ—такое же Солнце, какъ и наше.

Число такихъ видимыхъ острымъ человѣческимъ глазомъ Солнцъ со всей поверхности Земли, въ темную безлунную ночь, достигаетъ до 7300, а съ одного какого-либо пункта, гдѣ половина неба всегда заслонена поверхностью нашей планеты, ихъ можно видѣть до 3500. Это не превосходитъ числа жителей маленькаго городка, но кажется намъ много больше, такъ какъ при всѣхъ степеняхъ уменьшенія видимости звѣздъ, отъ очень яркихъ до едва замѣтныхъ, наше воображеніе инстинктивно предчувствуетъ безпредѣльное количество совершенно невидимыхъ нами. И телескопъ подтверждаетъ намъ справедливость нашего предчувствія. Онъ съ каждымъ новымъ увеличеніемъ показываетъ намъ миллионы новыхъ и новыхъ свѣтилъ въ окружающей насъ безднѣ мірозданія.

Мы уже упоминали ранѣе, что всѣ звѣзды, раздѣляются на неопредѣленное число классовъ по степени ихъ яркости. Эти классы неправильно называются величинами звѣздъ, хотя они не имѣютъ ничего общаго съ ихъ объемами. Вотъ почему лучше называть ихъ классами или порядками видимости, опредѣляя ихъ во всемъ остальномъ, какъ и ранѣе, т.-е.:

1-й порядокъ, или классъ, видимости. Звѣзды, различаемыя простымъ глазомъ въ сумерки, на полной зарѣ вскорѣ послѣ захода Солнца. Ихъ насчитываютъ 20 въ слѣдующемъ порядкѣ:

Сириусъ.	Вега.	Ахернаръ.	Антаресъ.
Канопъ.	Капелла.	Альдебаранъ.	Регуль.
Альфа Центавра.	Проціонъ.	Атаиръ.	Бета Креста.
Арктуръ.	Бетельгейзе.	Колосъ.	Фомехандъ.
Ригель.	Бета Центавра.	Альфа Креста.	Поллуксъ.

2-й порядокъ, или классъ, видимости. Около 60 звѣздъ различаемыхъ въ концѣ сумерекъ, когда еще не наступила полная ночь, и не погасла совсѣмъ заря. Изъ нихъ приведемъ:

Денебъ.	3 звѣзды Пегаса.	Бета Тельца.	Ламбда Скорпіона.
Касторъ.	Беллатриксъ.	Альфа и Бета Въ-совъ.	Альфа Юж. Треугольника.
6 звѣздъ Б. Медвѣдицы.	3 звѣзды Пояса Оріона.	Альфа С. Вънца.	Гамма Арго.
2 звѣзды М. Медвѣдицы.	Альфа Персея.	Бета Скорпіона.	Альфа Журавля.
3 звѣзды Кассіопеи.	Альфа Овна.	Бета Зміеносца.	Эпсилонъ Стрѣльца.
3 звѣзды Андромеды.	Бета Возничаго.	Бета Кормы.	Тета Скорпіона.
	Альфа Гидры.	Эпсилонъ Кормы.	

3-й порядокъ, или классъ, видимости. Около 180 звѣздъ различаемыхъ при свѣтѣ луны, при наступленіи полной ночи. Изъ нихъ интересны:

Бета Треугольника.	Дельта и Эпсилонъ Кассіопеи.	Гамма, Тета, Дзета и Ламбда Орла.
Гамма, Дельта и Дзета Персея.	Тета и Иота Возничаго.	Бета Овна.
Бета Цефея.	Тета, Иота, Ми, Пси и Эпсилонъ Б. Медвѣдицы.	Иота Оріона.
Девять звѣздъ Дракона.	Гамма М. Медвѣдицы.	Ми Близнецовъ.
Гамма, Дельта, Дзета и Эта Геркулеса.	Гамма Дѣвы.	Эпсилонъ и Дзета Льва и т. д.
Эта Пегаса.		

4-й, 5-й и 6-й порядокъ, или классъ, видимости. Звѣзды, наблюдаемыя простымъ глазомъ въ безлунную ночь. Изъ нихъ шестой классъ находится уже на предѣлѣ видимости невооруженнымъ глазомъ.

Вотъ численность звѣздъ во всѣхъ этихъ классахъ.

1-й	20 звѣздъ.
2-й	60 "
3-й	180 "
4-й	540 "
5-й	1620 "
6-й	4860 "

Всего . . . 7280 звѣздъ.

7-й, 8-й, 9-й и т. д. порядокъ, или классъ, видимости. Относимыя къ нимъ звѣзды можно наблюдать только въ телескопы, по мѣрѣ усовершенствованія которыхъ устанавливаются все новые, дальнѣйшіе классы. Въ настоящее время въ сильнѣйшіе телескопы ихъ отмѣчено до восемнадцати, но число звѣздъ, принадлежащихъ къ послѣднимъ изъ нихъ, уже нѣтъ никакой возможности численно опредѣлить, онѣ считаются милліонами.

Вообще говоря, всякій слѣдующій порядокъ заключаетъ въ себѣ втрое болѣе звѣздъ, чѣмъ предыдущій, но это не можетъ продолжаться безпредѣльно, такъ какъ число свѣтилъ въ нашемъ великомъ скопленіи, хотя и неисчислимо для насъ, но все же ограничено, и притомъ и звѣзды въ немъ расположены отдѣльными облаками, на границахъ которыхъ должны существовать перерывы, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда будемъ держаться уже установившагося опредѣленія, что средняя яркость звѣздъ каждого слѣдующаго класса должна быть въ $2\frac{1}{2}$ раза менѣе, чѣмъ у предыдущаго.

Въ каждомъ порядкѣ видимости заключаются, конечно, и болѣе яркія и болѣе слабыя звѣзды. Новѣйшіе фотометрическіе способы позволяютъ дѣлать и эти отличія, остававшіяся недоступными для старинныхъ астрономовъ. Считая за типическій представитель каждого порядка среднюю изъ его звѣздъ, пришли къ необходимости ввести цѣлый рядъ дробныхъ подраздѣленій. Такъ, въ 1 порядкѣ получились для болѣе слабой половины звѣздъ подклассы: $1_{,1}$; $1_{,2}$; $1_{,3}$; $1_{,4}$; $1_{,5}$; $1_{,6}$; $1_{,7}$; $1_{,8}$ и $1_{,9}$. Все это—звѣзды болѣе слабыя, чѣмъ средняя 1-го порядка, и служатъ переходомъ отъ него ко 2-му. Вмѣстѣ съ тѣмъ пришлось дать опредѣленія и для болѣе яркихъ звѣздъ перваго порядка, которыя оставалось лишь изображать чистыми десятичными дробями: $0_{,0}$; $0_{,1}$; $0_{,2}$; $0_{,3}$; $0_{,4}$; $0_{,5}$; $0_{,6}$; $0_{,7}$; $0_{,8}$ и $0_{,9}$, т.-е., въ сущности, пришлось создать дополнительный 0-й (нулевой) порядокъ видимости. Очевидно, что, проводя въ деталяхъ установившійся на практикѣ принципъ, что средній блескъ звѣздъ каждого высшаго порядка долженъ быть въ $2\frac{1}{2}$ раза сильнѣе предыдущаго, пришлось бы звѣзду въ $2\frac{1}{2}$ раза болѣе свѣтлую, чѣмъ средняя представительницы 1-го порядка (напримѣръ, Капеллу и Вегу, хотя ихъ яркость слегка болѣе средней въ этой группѣ), причислить уже къ 0-му порядку видимости, а звѣзду въ $7_{,25}$ разъ болѣе яркую къ минусъ первому (-1) и т. д. Сириуса, напримѣръ, блескъ котораго въ $4_{,4}$ раза ярче Капеллы, пришлось бы при этомъ исключить изъ перваго порядка видимости и причислить къ переходному между нулевымъ и минусъ первымъ порядкомъ, или классомъ, а съ его исключеніемъ понизилась бы и средняя яркость звѣздъ 1-го порядка видимости, и шкала нарушилась бы. Вотъ почему, при точныхъ опредѣленіяхъ несравненно удобнѣе вмѣсто классовъ, т.-е. порядковъ видимости съ ихъ дробными долями, употреблять коэффициенты яркости и во всякомъ случаѣ избѣгать выраженій въ родѣ: „звѣзда ми-

нуса первой, съ четырьмя десятиями величины ($-1,4$), какое въ послѣднее время не разъ употребляли для Сириуса въ англо-американской спеціальной литературѣ, считая Вега за звѣзду не первой, а почти нулевой величины.

Принимая количество свѣта, посылаемое въ нашъ глазъ Вегой за 1, мы найдемъ яркость у каждой другой звѣзды по простой формулѣ

$$y = \left(\frac{1}{2^{m-1}} \right)^{m-1}$$

гдѣ m есть порядокъ видимости данной звѣзды. Вотъ табличка яркости наиболѣе замѣтныхъ звѣздъ нашего сѣвернаго неба по Пиккерингу, когда яркость Веги и Капеллы примемъ немногимъ больше единицы нашей шкалы.

Сириусъ	4,41
Арктуръ	1,21
Вега	1,05
Капелла	1,03
Ригель	0,89
Проціонъ	0,75
Альдебаранъ	0,48
Антаресъ	0,45
Поллуксъ	0,45
Бетельгейзе	0,44
Атаиръ	0,42
Колосъ	0,33
Регуль	0,33
Денебъ	0,31

Однако, сотыя доли здѣсь должны считаться совершенно фиктивными, такъ какъ, благодаря качественной разницѣ въ свѣтѣ звѣздъ, имѣющихъ разные оттѣнки, ихъ яркость трудно сравнивать между собою. Мы уже упомянули, что блескъ средней звѣзды каждаго послѣдующаго порядка видимости въ $2^{1/2}$ раза слабѣе, чѣмъ у предыдущаго. А такъ какъ разстояніе отъ насъ того же самаго источника свѣта обратно пропорціонально квадратному корню изъ его яркости, т.-е., примѣръ, при яркости въ 4 раза большей, разстояніе въ 2 раза меньше, то звѣзды каждаго четнаго порядка видимости должны быть, въ среднемъ, въ $2^{1/2}$ раза дальше отъ насъ, чѣмъ звѣзды предыдущаго четнаго же. То же самое и относительно нечетныхъ порядковъ, считая, что истинная средняя величина звѣздъ одинакова на всѣхъ разстояніяхъ отъ насъ, и что истинная яркость ихъ поверхности одна и та же.

Однако, послѣднее можетъ быть справедливо лишь для звѣздъ одного и того же спектральнаго типа, т.-е. находящихся на той же самой стадіи своей эволюціи. Вотъ почему намъ прежде всего и нужно прослѣдить общій ходъ эволюціи звѣзды, насколько мы въ настоящее время можемъ о ней судить.

2. Жизнь звѣзды.

Началомъ видимости чуждыхъ намъ „солнечныхъ системъ“, т.-е. загорѣвшихся для нашего глаза центральныхъ свѣтилъ съ кружащими около нихъ темными планетами, служатъ, повидимому, всегда только круглыя туманности, называемыя планетарными (рис. 393 и 394). Благодаря слабости ихъ собственнаго свѣта, мы не можемъ ихъ видѣть даже въ сильнѣйшіе телескопы на большихъ разстояніяхъ. Мы видимъ изъ нихъ только ближайшія, вслѣдствіе чего онѣ и не кажутся намъ настолько же многочисленными, какъ звѣзды. Онѣ всѣ телескопическія. Самая яркая изъ нихъ находится около звѣзды Нью Водолея ($20^h 59^m$ и $-11^{\circ} 45'$) и видима даже въ четырехдюймовую трубу, какъ звѣзда шестой величины съ голубоватымъ отблескомъ. Узкое кольцо около нея придаетъ ей сходство съ Сатурномъ. Другая



Рис. 393. Планетарная туманность ($17^h 58^m 35^s$ и $+66^{\circ} 38'$) въ Драконѣ. Снимокъ въ Ликкской обсерв. 8 авг. 1809 г. Экспоз. 5 м. (увел. 19).



Рис. 394. Тоже планетарная туманность ($10^h 19^m 29^s$ и $-18^{\circ} 5'$) въ Гадрѣ. Снимокъ въ Ликкской обсерв. 8 апр. 1901 г. Экспоз. 10 м. (увел. 20).

(97 Мессье) діаметромъ въ $2'7$ находится около Беты Большой Медвѣдицы ($11^h 49^m$ и $+55^{\circ} 33'$) и, повидимому, не дальше отъ насъ, чѣмъ ближайшія звѣзды. Лордъ Россъ видѣлъ у каждаго ея края какъ бы по отверстію, въ которомъ находилось по звѣздочкѣ, почему и называлъ ее Совиной туманностью. Но эти отверстія были только контрастными отъ свѣта этихъ звѣздочекъ, одна изъ которыхъ исчезла около 1850 г. Третья на полпути между Полярной звѣздой и Гаммой Дракона (въ послѣднемъ созвѣздіи), около самаго полюса эклиптики, представляетъ плотно вложенныя другъ въ друга кольца, сливающіяся между собою (рис. 393).

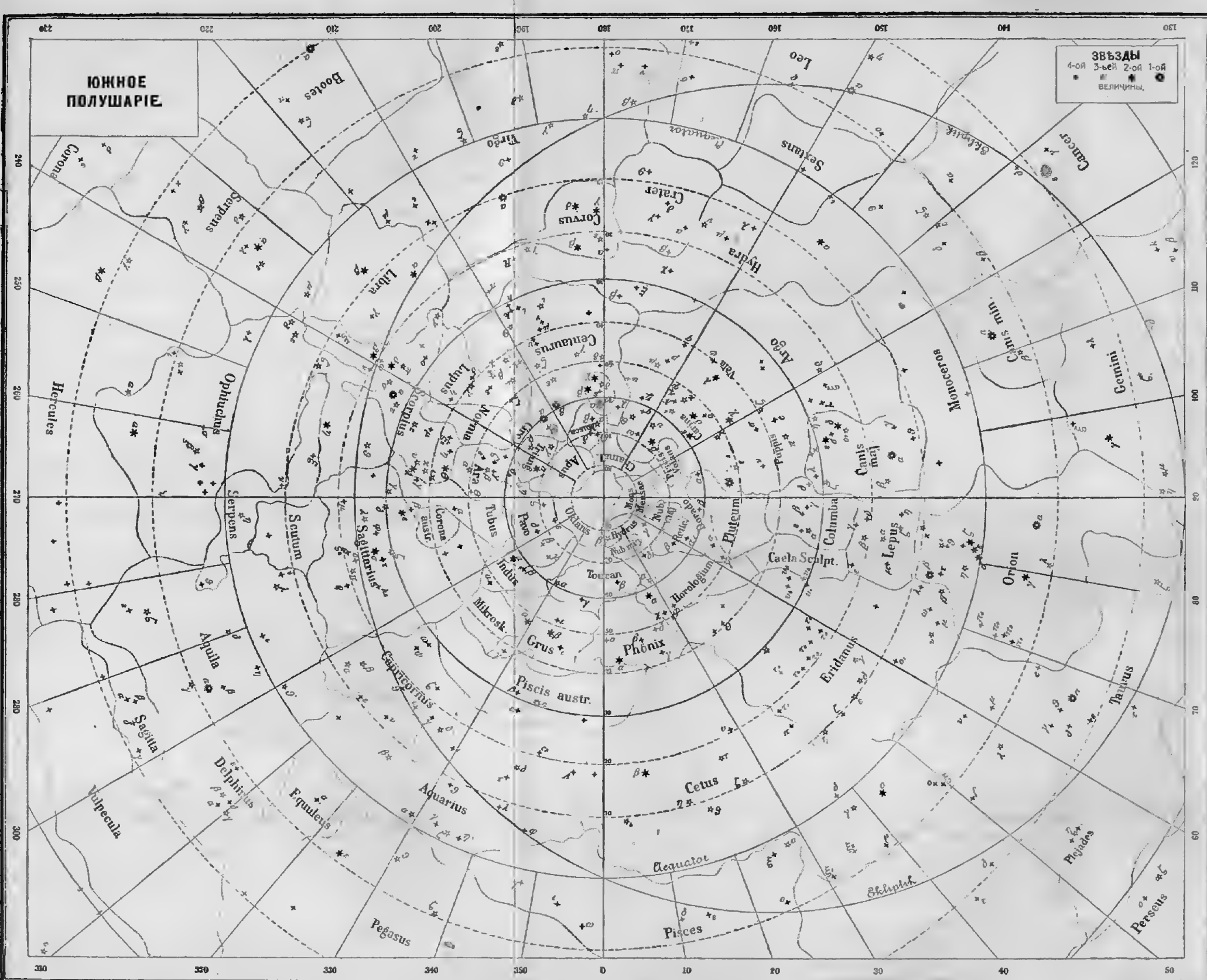
Значительное количество другихъ такихъ же разсѣяны по разнымъ мѣстамъ неба. Онѣ кажутся намъ издали шариками, голубоватаго пылающаго газа, до того маленькими, что легко могутъ быть приняты за туманныя звѣздочки, хотя на дѣлѣ діаметры ихъ такъ велики, что съ избыткомъ включили бы въ себѣ всю нашу солнеч-

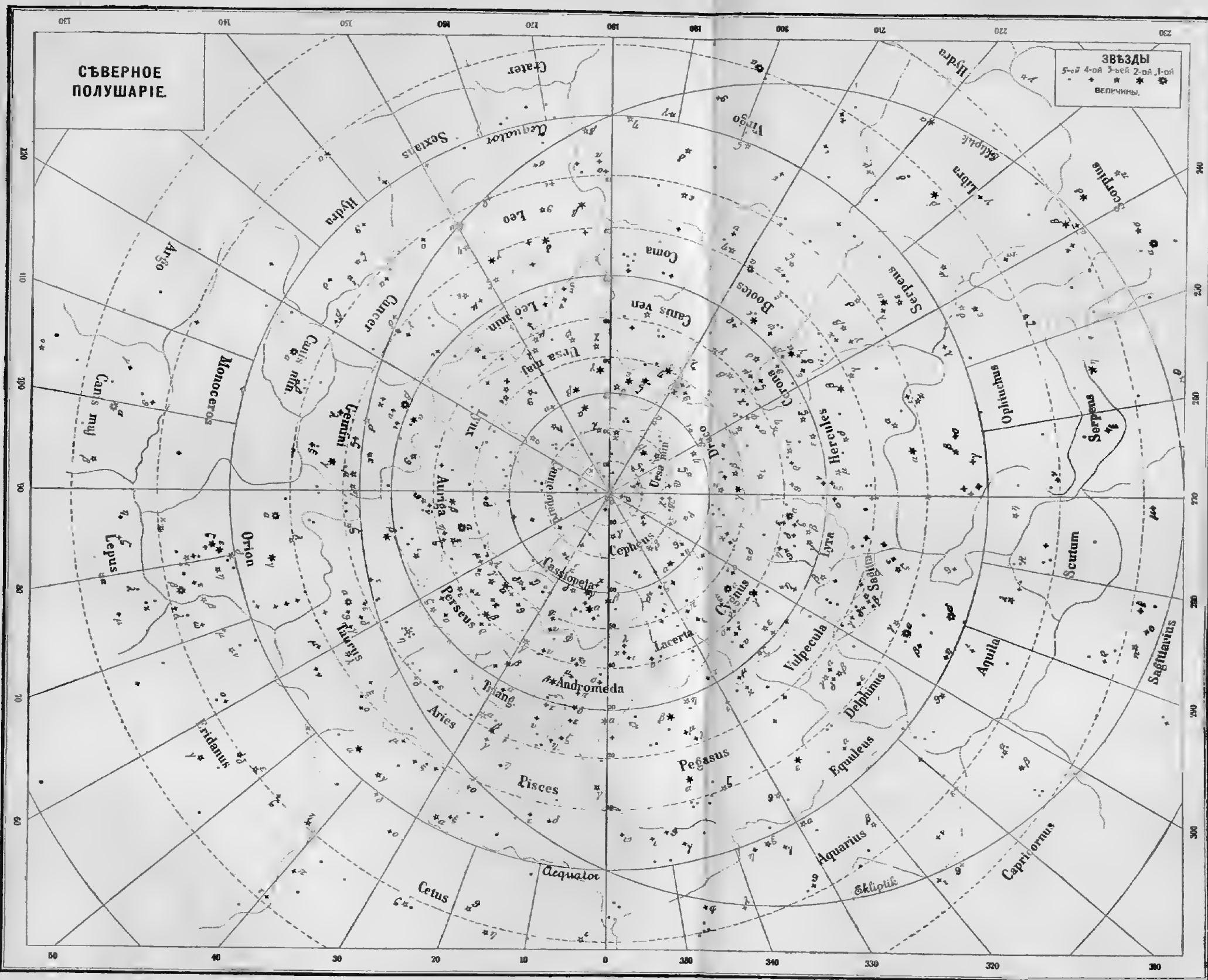
ную систему. Ихъ блескъ равномернѣнъ ко всему диску, за исключеніемъ слегка размытыхъ краевъ. Ихъ спектръ не представляетъ ничего, кромѣ линій небулезія и водорода, такъ какъ внутреннее центральное сгущеніе ихъ, повидимому, такъ высокотемпературно, что еще не свѣтитъ для нашего глаза. Повидимому, въ каждомъ изъ такихъ планетарныхъ скопленій передъ нами является самая ранняя стадія эволюціи планетной системы, и это особенно подтверждается описанными выше двумя звѣздочками въ Совиной туманности Лорда Росса, изъ которыхъ одна исчезла въ срединѣ XIX вѣка, вѣроятно, потому, что погрузилась при своемъ орбитальномъ движеніи въ глубину. Не видимъ ли мы здѣсь „солнечную систему“, въ которой планеты находятся еще въ стадіи свѣтящихся для насъ звѣздъ, а центральное свѣтило не вышло еще изъ той предшествующей эпохи, когда колебанія его атомовъ настолько часты, что мы ихъ не можемъ видѣть?

Въ такомъ случаѣ, это вовсе не простыя туманности, а огромныя атмосферы свѣтиль, находящихся еще на „архейской“ стадіи своего развитія.

Естественнымъ переходомъ отъ нихъ являются туманныя звѣзды, какъ телескопическія, съ видимыми нашимъ глазомъ атмосферами, такъ и фотографическія, въ родѣ Плеядъ (рис. 256, стр. 640), гдѣ окружающая звѣзду оболочка свѣтитъ одними ультра-фіолетовыми лучами, и потому обнаруживается лишь при фотографированіи. Вслѣдъ затѣмъ звѣзда является передъ нами, какъ и наше Солнце, съ почти просвѣтлѣвшей зодіакальной атмосферой вокругъ своихъ планетъ, настолько же трудно различимой для насъ, насколько и зодіакальная атмосфера Солнца не различима на звѣздныхъ разстояніяхъ.

Какъ только открытіе спектральнаго анализа позволило намъ во второй половинѣ XIX вѣка изучать газообразныя вещества въ надъ-фотосферныхъ оболочкахъ (абсорбціосферахъ) звѣздъ, сейчасъ же обнаружилось обстоятельство чрезвычайной важности. Оказалось, что каждая звѣзда проходитъ совершенно черезъ такія же стадіи развитія, какъ другія, и не болѣе отличается отъ нихъ, чѣмъ индивидуальныя представители нашего человѣческаго рода другъ отъ друга. Главная разниа заключается лишь въ ростѣ и въ легкихъ количественныхъ измѣненіяхъ тѣхъ же самыхъ родовъ веществъ, неизмѣнно развивающихся на каждой звѣздѣ въ ея опредѣленномъ возрастѣ. Вотъ почему еще Секки отнесъ всѣ звѣзды къ четыремъ стадіямъ развитія: бѣлой, желтой и двумъ краснымъ. Затѣмъ Норманъ Локьеръ въ Англіи, посвятивъ этому предмету болѣе сорока лѣтъ своей жизни, нашелъ возможнымъ сдѣлать болѣе детальныя описанія каждаго возраста по развитію въ звѣздныхъ абсорбціосферахъ тѣхъ или другихъ химическихъ элементовъ. Чтобы сдѣлать эти важные выводы болѣе наглядными для читателя, я буду здѣсь руководиться, какъ картой, особой діаграммой (рис. 395), вполне напоминающей ту, которая была приведена выше (стр. 704) при описаніи геологическаго развитія Земли въ связи съ измѣненіями окаменѣлыхъ остатковъ





Звѣздное небо. (По Вейссу).

Таблица IX.

Созвѣздія сѣвернаго полушарія неба и прилегающія къ нему изъ южнаго.

Алфавитный указатель международных (латинскихъ) названій созвѣздій и ихъ русскій переводъ. Пары цифръ при каждомъ названіи показываютъ, между какими широтами искать его на приложенной картѣ. Знакъ (—) означаетъ южныя широты.

Aquarius (0,—10), Водолей.	Lacerta (40, 50), Ящерица.
Aquila (0,—10), Орель.	Leo (10, 20), Левъ.
Andromeda (30, 40), Андромеда.	Leo minor (30, 40), Малый Левъ.
Argo (—10,—20), Корабль Арго.	Lepus (—10,—20), Заяць.
Aries (10, 20), Овень.	Libra (—10,—20), Вѣсы.
Auriga (40, 50), Возничій.	Linx (40, 50), Рысь.
Bootes (20, 30), Волопасъ.	Lira (20, 30), Лира.
Camelopardalis (80, 90), Жирафъ.	Monoceros (0,—10), Единорогъ.
Cancer (10, 20), Ракъ.	Navis, см. Argo, Carina, Puppis, Vela.
Canis major (—10,—20), Большой Песъ.	Ophiuchus (0,—10), Офиухъ, Змѣеде- жець.
Canis minor (0,10), Малый Песъ.	Orion (0, 10), Орионъ.
Canis venatici (30, 40), Гончія Собаки.	Pegasus (10, 20), Пегасъ.
Capricornus (—20,—30), Козерогъ.	Perseus (30, 40), Персей.
Carina (—50,—60), Корма.	Pisces (10, 20), Рыбы.
Cassiopeia (60, 70), Кассіопея.	Sagitta (10, 20), Стрѣла.
Cepheus (80, 90), Цефей.	Sagittarius (—20,—30), Стрѣлецъ.
Cetus (0,—10), Китъ.	Scorpio (—20,—30), Скорпионъ.
Cygnus (40, 50), Лебедь.	Scutum (—10,—20), Щитъ.
Coma Berenices (20, 30), Волоса Ве- реники.	Sextans (0,—10), Секстантъ.
Corona borealis (30, 40), Сѣв. Вѣнецъ.	Serpens (—10,—20 и 0, 10), Змѣй.
Crater (0,—10), Чаша.	Taurus (10, 20), Быкъ.
Delphinus (0, 10), Дельфинъ.	Triangulum (20, 30), Треугольникъ.
Draco (50, 60), Драконъ.	Ursa major (40, 50), Большая Медвѣ- дица.
Equuleus (0, 10), Малый Конь.	Ursa minor (90°), Малая Медвѣдница.
Eridanus (—10,—20), Эриданъ.	Virgo (0,—10), Дѣва.
Gemini (10, 20), Близнецы.	Vulpecula (20, 30) Лисица.
Hercules (20, 30), Геркулесъ.	



Таблица X.

Созвѣздія южнаго полушарія неба и прилегающія къ нимъ изъ сѣвернаго.

Алфавитный указатель международных (латинских) названий созвѣздій и ихъ русскій переводъ. Пары цифръ при каждомъ названіи показываютъ, между какими широтами искать его на приложенной картѣ. Знакъ (—) означаетъ южныя широты.

Apus (—70,—80), Райская Птица.	Musca (—60,—70), Муха.
Aquarius (0,—10), Водолей.	Navis, см. Argo, Carina Puppis, Vela.
Aquila (0, 10), Орелъ.	Norma (—40,—50), Наугольникъ.
Ara (—50,—60), Жертвенникъ,	Nubium major (—70,—80), Большое
Argo Navis (—50,—60) Корабль Argo.	Магелланово облако.
Bootes (10, 20), Волопасъ.	Nubium minor (—70,—80), Малое Ма-
Caela Sculptoris (—30,—40), Рѣзцы	гелланово облако.
или Мастерская Ваятеля.	Ocians (—90), Октантъ.
Cancer (20, 30), Ракъ.	Ophiuchus (0, 10), Офлукъ, Змиедер-
Canis major (—25,—30), Большой	жецъ.
Песъ.	Orion (0, 10), Орионъ.
Canis minor (0, 10), Малый Песъ.	Pavo (—60,—70), Павлинь.
Chamaeleon (—70,—80), Хамелеонъ.	Pegasus (10, 20), Пегасъ.
Capricornus (—10,—20), Козерогъ.	Perseus (30, 40), Персей.
Carina (—50,—60), Корма (Корабля	Pictor, см. Pluteum.
Argo).	Pisces (0, 10), Рыбы.
Centaurus (—40,—50), Центавръ.	Piscis australis (—30,—40), Южная
Cetus (—10,—20), Китъ.	Рыба.
Circinus (—50,—60), Циркуль.	Piscis volans (—60,—70), Летучая Рыба.
Columba (—20,—80), Голубь.	Phoenix (—40,—50), Фениксъ.
Corona Australis (—40,—50), Южный	Pleiades (20, 30), Плеяды.
Вѣнецъ.	Pluteum (—50,—60), Pictoris (Моль-
Corvus (—10,—20), Воронъ.	бертъ Живописца).
Crater (—10,—20), Чаша.	Puppis (—30,—40) Корма (Корабля
Delphinus (10, 20), Дельфинъ.	Argo).
Dorado (—60,—70), Дорада.	Reticulum (—60,—70), Сѣтка.
Equuleus (0, 10), Малый Конь.	Sagitta (10, 20), Стрѣла.
Eridanus (10, 20), Эриданъ.	Sagittarius (—20,—30), Стрѣлецъ.
Gemini (10, 20), Близнецы.	Scorpius (—30,—40), Скорпионъ.
Grus (—40,—50), Журавль.	Sculptor, см. Caela.
Horologium (—70,—80), Часы.	Scutum (—10,—20), Щитъ.
Hydra (—10,—20), Гидра.	Serpens (0, 10 и —10,—20), Змѣй.
Hydrus (—70,—80), Гидренокъ.	Sextans (0, 10), Секстантъ.
Indus (—50,—50), Индъ (или Ин-	Taurus (20, 30), Телецъ.
дѣецъ).	Telescopium, см. Tubus.
Lepus (—10,—20), Заяцъ.	Toucan (—60,—70), Туканъ.
Libra (—10,—20), Вѣсы.	Triangulum australe (—60,—70), Юж-
Lupus (—30,—40), Волкъ.	ный Треугольникъ.
Malus, Мачта.	Tubus (—50,—60), Труба астрономи-
Mensa, см. Mons Mensae.	ческая.
Microscopium (—40,—50), Микроскопъ.	Vela (—30,—40), Паруса (Корабля
Monoceros (0,—10), Единорогъ.	Argo).
Mons Mensae (—70,—80), Столовая	Virgo (0,—10), Дѣва.
гора.	Volans, см. Piscis volans.

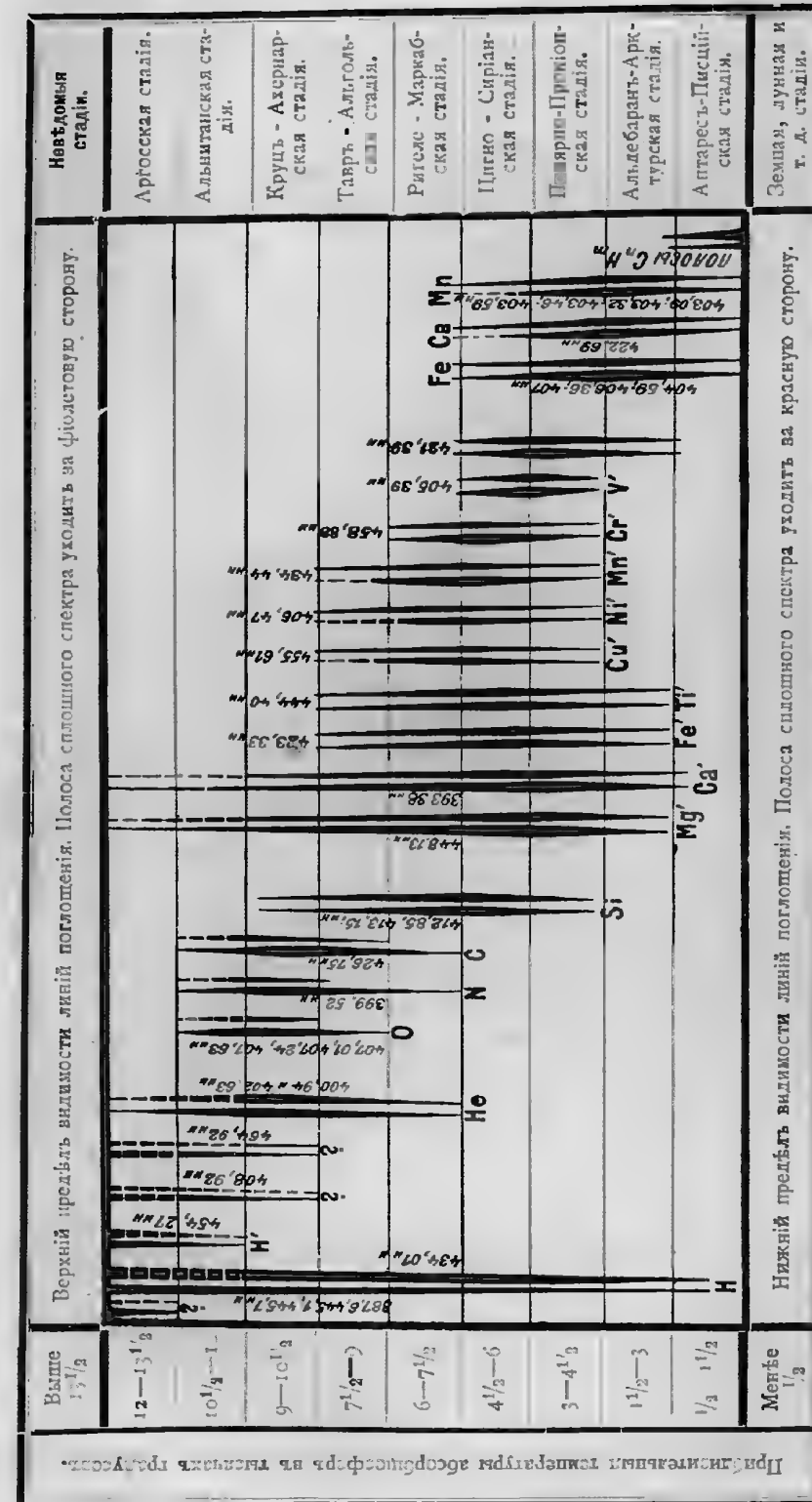


Рис. 395. Схематическое изображеніе распространенія некоторыхъ веществъ въ абсорбціонныхъ видимыхъ нами звѣздахъ. (Максимальная толщина обозначаетъ максимальное развитіе).

ея растительного и животного міра. Только здѣсь, вмѣсто видовъ животныхъ, изображены важнѣйшіе виды веществъ, послѣдовательно развивающихся на звѣздѣ, и черты сдѣланы двойными, такъ какъ каждая стадія представляетъ здѣсь двѣ варіаціи.

Въ продолженіе всего періода видимости для нашего глаза, т.-е. пока на ея поверхности есть вещества, молекулы которыхъ колеблются или вибрируютъ въ предѣлахъ между 45 и 50 октавами абсолютной шкалы (таб. VI, стр. 794), всякая звѣзда, по Локьеру, проходитъ сквозь девять возрастовъ или стадій развитія: аргосскую, альнитанскую, ахернарскую, альгольскую, маркабскую, сиріанскую, прокіонскую, арктурскую и лисційскую, при чемъ температура звѣзды все понижается вслѣдствіе ея остыванія. Расположивъ эти стадіи, какъ и геологическіе возрасты Земли, одну надъ другою, мы увидимъ слѣдующія замѣчательныя отличія.

На предѣлѣ верхней видимости звѣзды въ ея аргосскомъ возрастѣ, представителями котораго служатъ Гамма Арго и Дзета ея Кормы, она всегда является передъ нами уже со многими, вполне сложившимися веществами. Мы находимъ въ ея абсорбціосферѣ, кромѣ вполне развитого водорода (H), еще и протоводородъ (H'), т.-е. не вполне сформировавшійся водородъ, безъ многихъ линій нашего. Онъ исчезаетъ уже на слѣдующей альнитанской стадіи. Затѣмъ мы видимъ здѣсь послѣдніе остатки какихъ-то трехъ веществъ, неизвѣстныхъ на Землѣ и на всѣхъ остальныхъ стадіяхъ развитія звѣздъ, характеризующихся спектральными линіями 387_н; 445_н и 445_н дн.

Еще два другія вещества (408_н и 464_н дн.) находятся тамъ въ максимумѣ своего развитія и исчезаютъ навсегда на ахернарской стадіи. Кромѣ того, на аргосской стадіи можно наблюдать возникновеніе вполне сформировавшагося гелія (He) и двухъ протометалловъ, т.-е. не вполне сформировавшихся металловъ: протоманія (Mg') и протокальція (Ca'). Это—первые предвѣстники серіи химическихъ элементовъ, дѣйствительно входящихъ въ періодическую систему нашихъ современныхъ металловъ и металлоидовъ, потому что гелій и водородъ вносились въ нее до сихъ поръ ошибочно, какъ это показываютъ теоретическія соображенія. Они оба, вмѣстѣ съ короніемъ нашего Солнца и только что описанными мною неизвѣстными высокотемпературными веществами, должны составлять особую періодическую систему, которую можно назвать системою аргоссидовъ, т.-е. болѣе первичныхъ элементовъ, чѣмъ наши современные земные. Нѣкоторые изъ нихъ до того тугоплавки, что осаждаются уже изъ звѣздныхъ абсорбціосферъ внизъ, на звѣздное ядро, при температурѣ не менѣе 12000° С. Они-то, повидимому, и составляютъ ту твердую оболочку достаточно остывшихъ свѣтилъ, которая находится на Землѣ подъ слоемъ нашихъ горныхъ породъ и, какъ обнаруживаютъ сейсмологическія наблюденія, оказывается чрезвычайно твердой, несмотря на страшно высокую температуру глубинныхъ слоевъ нашей планеты, при которыхъ самое тугоплавкое

изъ извѣстныхъ намъ веществъ періодической системы Менделѣева—углеродъ—уже должно находиться въ состояніи плавленія.

На альнитанской стадіи, представителемъ которой является Алнитанъ, т.-е. средняя звѣзда (ϵ) въ поясѣ Оріона, появляются впервые линіи знакомыхъ намъ металлоидовъ: кислородъ (O), азотъ (N) и углеродъ (C), которые достигаютъ въ абсорбціосферахъ наивысшаго развитія на слѣдующей, ахернарской, а затѣмъ исчезаютъ почти совсѣмъ на маркабской стадіи. Причина этого исчезновенія понятна. Мы знаемъ, что при высокихъ температурахъ углеродъ образуетъ съ металлами чрезвычайно тугоплавкіе карбиды, азотъ—такія же азотистыя соединенія, а кислородъ даетъ, напримѣръ, съ магніемъ и кальціемъ въ высшей степени труднолетучія вещества.

На ахернарской стадіи (сильно фотосферная варіація которой (Круційская) характеризуется альфой Южнаго Креста— α Crucis, а слабо фотосферная или многоводородная Ахернаромъ), мы замѣчаемъ въ абсорбціосферѣ первое появленіе кремнія (Si), достигающаго наибольшаго развитія на сиріанской и затѣмъ осаждающагося внизъ изъ абсорбціосферы на прокіонской стадіи.

На слѣдующей, альгольской стадіи (гдѣ представительницей сильно фотосферной варіаціи является ζ Тельца (Таврская варіація), а представительницей слабофотосферной—Альголь) мы видимъ появленіе цѣлаго ряда протометалловъ: протожелѣза (Fe'), прототитана (Ti'), протомѣди (Cu'), протониккеля (Ni'), протомарганца (Mn') и протохрома (Cr'), осѣдающихъ внизъ на прокіонскомъ и арктурскомъ возрастѣ.

Во время маркабской стадіи (представитель: Ригель въ созвѣздіи Оріона, Маркабъ и γ Лиры) впервые появляется протохромъ (Cr'), держащійся въ абсорбціосферѣ не болѣе трехъ стадій, и вслѣдъ за нимъ протованадій и протостронцій (V' и St'). Съ этого момента протометаллы и всѣ протозлементы нашей періодической системы архонгелидовъ представляются почти законченными, газобразными и, повидимому, сходными въ своихъ свойствахъ съ углеводородами нашихъ современныхъ органическихъ веществъ. Наступаетъ періодъ перехода ихъ атомовъ въ болѣе сложную форму, при чемъ въ составъ ихъ, повидимому, начинаетъ постепенно входить водородъ, періодъ быстрого уменьшенія котораго въ абсорбціосферахъ звѣздъ, именно, и соответствуетъ переходу ихъ протометаллическихъ газовъ въ металлическіе.

Сиріанская стадія (гдѣ представительницей сильно фотосферной варіаціи является α Лебеда (Цигнійская варіація), а слабофотосферной—Сиріусъ съ его ярко накаленнымъ ядромъ) является, повидимому, особо благоприятной для перехода протозлементовъ нашей періодической системы въ элементы. Въ эту стадію протожелѣзо начинаетъ переходить въ желѣзо (Fe), протокальцій въ кальцій (Ca), протомарганецъ въ марганецъ (Mn) и т. д. и т. д.

Въ прокіонскую стадію (гдѣ представительницей сильно

фотосферной вариации является Полярная звезда, а слабо фотосферной—Прокіонъ) уже заканчивается переходъ протомангія, протомѣди, протониккеля, протомарганца, протохрома и протованадія въ соответствующіе имъ металлическіе газы; кремній даетъ какіе-то нелетучія соединения, осаждающія его внизъ, можетъ быть, въ видѣ океана расплавленнаго кварца на поверхности звѣздъ.

Въ арктурскую стадію (гдѣ представителемъ сильно фотосферной вариации является Альдебаранъ, а слабо фотосферной—Арктуръ) окончательно трансформируются въ соответствующіе металлы послѣдніе протоэлементы—протокальцій, протожелѣзо, прототитанъ и протостронцій. Звѣзда переходитъ къ золотисто-желтому каленю.

Въ писційскую стадію (гдѣ представителемъ сильно фотосферной вариации является Антаресъ, а слабофотосферной—19-я Рыбъ) осаждаются внизъ, вступая въ соединеніе съ металлоидами, всѣ металлическіе газы, и впервые появляется въ абсорбціосферахъ у потухающихъ для нашего глаза звѣздъ новый порядокъ химическихъ элементовъ—различнаго рода углеводороды, укладывающіеся въ свою собственную періодическую систему.

Какія дальнѣйшія стадіи развитія наступаютъ затѣмъ на звѣздахъ, мы не знаемъ, такъ какъ ихъ абсорбціосферы начинаютъ давать съ этого времени лучи, недоступные, по причинѣ медленности ихъ колебаній, ни нашему глазу, ни нашимъ современнымъ фотографическимъ приборамъ. Но на единственномъ изъ хорошо извѣстныхъ намъ потухшихъ свѣтилъ—на нашей Землѣ—мы имѣемъ яркій образчикъ одной изъ этихъ послѣднихъ стадій развитія, а потому, установивъ однородность всѣхъ предыдущихъ фазъ, мы должны логически заключить, что и она не является результатомъ какой-то небывалой среди небесныхъ свѣтилъ уродливости нашей Земли (потому что всякая одинокая форма—уродство), а результатомъ правильного ея развитія, которому подчинены всѣ остальные звѣзды и планеты, всегда вырабатывающія въ опредѣленные возрасты опредѣленные вещества и строго опредѣленные формы ихъ эволюціи. Такимъ образомъ, мы приходимъ къ неизбежности признать необходимость зарожденія углеводородныхъ микробовъ, однородныхъ съ нашими на каждомъ свѣтилѣ въ „планетную“ фазу его развитія, будетъ ли это центральная звѣзда или ея спутникъ, проходящій черезъ тѣ же самыя стадіи и вырабатывающій на нихъ (какъ наша Луна) тѣ же самыя вещества. А разъ микробы появились на свѣтилѣ, они будутъ правильно развиваться въ болѣе сложныя формы, приспособляя свои формы и взаимныя комбинаціи къ условіямъ окружающей ихъ среды, по тѣмъ же законамъ побѣды лучшаго, какіе указалъ намъ геній Дарвина для всякой органической жизни.

Но все возникшее имѣетъ и конецъ. Чѣмъ же кончается эта эволюція? Чѣмъ заканчивается естественное, индивидуальное развитіе каждой звѣзды?

Теперь мы уже знаемъ одинъ родъ смерти потухшихъ, сильно

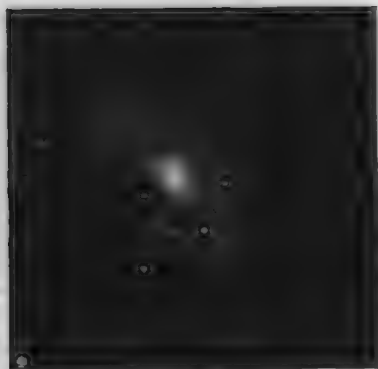
охладившихся звѣздъ и знаемъ, что, этотъ ихъ конецъ не такъ рѣдокъ. Дѣло въ томъ, что въ небесномъ пространствѣ, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ нѣсколько часовъ назадъ ничего не было видно, гдѣ могло быть только совершенно угасшее свѣтило, вдругъ появляется болѣе или менѣе блестящая звѣзда, которая вслѣдъ затѣмъ снова начинаетъ потухать и черезъ нѣсколько мѣсяцевъ нерѣдко не оставляетъ послѣ себя ничего, кромѣ легкой спиральной туманности. Такъ было, напримѣръ, съ новой звѣздой въ Персеѣ (Nova Persei), которую впервые увидѣли 21-го февраля 1901 г.

Спектроскопъ показалъ, что въ этомъ мѣстѣ произошелъ страшный взрывъ какого-то темнаго свѣтила, и струи газовъ разлетались отъ него со страшными скоростями по всѣмъ направленіямъ—однѣ къ намъ, другія отъ насъ, третьи по боковымъ направленіямъ. И что же? Химическій составъ ихъ оказался тѣмъ же самымъ, какъ и у другихъ небесныхъ туманностей! Теперь въ величайшіе изъ американскихъ телескоповъ можно сфотографировать въ этомъ мѣстѣ слабую туманную спираль, совершенно такую же, какъ и тысячи другихъ, находимыхъ въ различныхъ частяхъ неба.

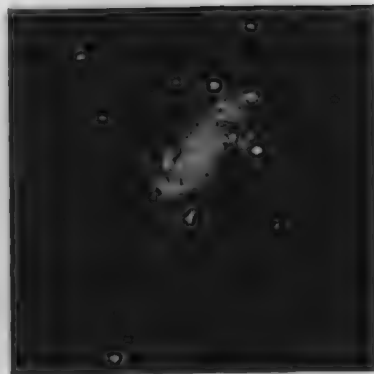
Невольно является вопросъ: не есть ли такая катастрофа, т. е. взрывъ и распаденіе на атомные компоненты, естественный конецъ всякой звѣзды, а спиральная форма такихъ туманностей не происходитъ ли отъ еще сохранившагося вращенія звѣзды, охладившейся до абсолютнаго нуля, и потому уже отжившей свой вѣкъ, или же вращеніе произошло отъ бокового толчка самого взрыва?—Вотъ загадка, которую нужно еще рѣшить!

Теперь мы можемъ сказать лишь одно: эта форма диссоціаціи звѣздъ является единственной, какую намъ приходится наблюдать въ глубинѣ небесъ, и она тамъ очень обычна. Не говоря уже о томъ, что за короткій періодъ жизни человѣчества зарегистрировано въ его лѣтописяхъ нѣсколько такихъ катастрофъ, тождество спиральной туманности, оставшейся теперь послѣ „Новой“ въ Персеѣ, со множествомъ такихъ же другихъ не оставляетъ никакихъ сомнѣній въ общности происхожденія ихъ всѣхъ. Подобныхъ туманностей находятся тысячи (рис. 396) среди видимыхъ нами звѣздъ, и нѣкоторыя изъ нихъ такъ громадны, что заставляютъ предполагать катастрофу уже не отдѣльной звѣзды, а цѣлой ихъ системы, цѣлаго звѣзднаго роя, подобнаго тому, какой мы видимъ, напримѣръ, въ Плеядахъ.

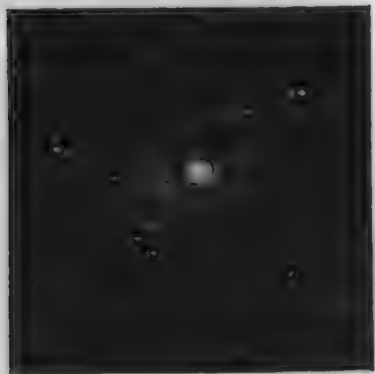
Во всякомъ случаѣ мы здѣсь подходимъ къ концу эволюціи сложныхъ видовъ вещества на небесныхъ свѣтилахъ. Спиральныя, газовыя туманности, есть продуктъ окончанія дальнѣйшей эволюціи звѣздъ, подобно тому, какъ круглыя или эллипсоидальныя „планетарныя“ туманности неба есть, вѣроятно, образчики очень молодого возраста свѣтилъ, гдѣ подъ покровомъ огромной атмосферы небулlezія и протоподорода зрѣютъ невидимыя намъ вещества, гдѣ не сложилось еще атомовъ нашихъ металловъ и металлоидовъ, но уже возникла цѣлая періодическая система высоко-температурныхъ ве-



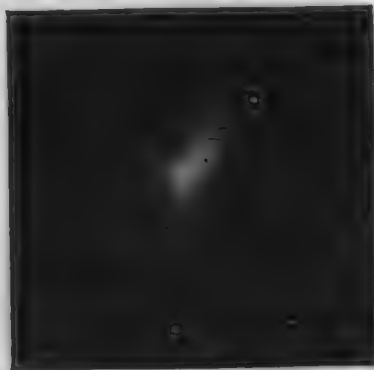
Спиральная туманность ($12^h 45^m 33^s$ и $+26^\circ 3'$) въ Волосахъ Вереники, видимая вполуборота къ намъ. Снимокъ въ Ликкской обсерв. 30 июня—2 июля 1902 г. Экспоз. въ суммѣ 3 ч. 32 м. (увел. 3,4).



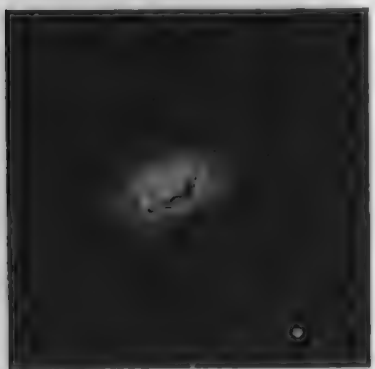
Спиральная туманность ($12^h 30^m 59^s$ и $+28^\circ 30'6''$) въ Волосахъ Вереники. Снимокъ въ Ликкской обсерв. 9 мая 1901 г. Экспоз. 3 ч. (увел. 3,4).



Спиральная туманность ($12^h 17^m 52^s$ и $+16^\circ 22'7''$) въ Волосахъ Вереники. Снимокъ въ Ликкской обсерв. 19 апр. 1901 г. Экспоз. 3 ч. (увел. 4,2).



Спиральная туманность ($12^h 26^m 56^s$ и $+14^\circ 58'5''$) въ Волосахъ Вереники. Снимокъ въ Ликкской обсерв. 27--28 июня 1902 г. Экспоз. 3 ч. (увел. 3,9).



Спиральная туманность ($12^h 51^m 49^s$ и $+22^\circ 13'9''$) въ Волосахъ Вереники, видимая вкось. Снимокъ въ Ликкской обсерв. 27 мая 1900 г. Экспоз. 2 ч. 30 м. (увел. 3,8).



Спиральная туманность ($12^h 14^m 2^s$ и $+47^\circ 51'0''$) въ Волосахъ Вереники. Снимокъ въ Ликкской обсерв. 23 мая 1903 г. Экспоз. 3 ч. 53 м. (увел. 3,8).

Рис. 396. Спиральныя туманности въ Волосахъ Вереники.

щество аргосской стади, дающихъ слишкомъ частыя колебанія для того, чтобы наши современныя фотографическія пластинки могли ихъ уловить.

3. Двойныя звѣзды.

Сначала думали, что двойныя звѣзды—только случайное перспективное явленіе, что меньшіе компоненты каждой звѣздной пары находятся отъ насъ въ нѣсколько разъ дальше, чѣмъ большіе и не имѣютъ съ ними ничего общаго. Но это мнѣніе принуждены были скоро оставить.

Оказалось, что не всѣ звѣзды одиноко мчатся по небу подобно нашему Солнцу. Многія изъ нихъ летятъ попарно (рис. 397), обращаясь другъ около друга, или скорѣе, вокругъ общаго центра тяготѣнія, какъ Земля и Луна, а другія образуютъ и цѣлыя системы, будущія планеты, кружащіяся въ лучезарныхъ одѣяньяхъ вокругъ какого-то еще невидимаго для насъ центра.

Всѣ роды орбитъ, начиная отъ почти круговыхъ и кончая сильно эксцентрическими, напоминающими кометныя, находятъ въ этихъ системахъ. Сильно эксцентрическая орбита особенно характеризуетъ двухъ компонентовъ Дзеты Геркулеса, распадающейся при наблюдении въ телескопъ на желтую звѣздочку третьяго класса яркости и красноватую шестого. Обѣ звѣздочки обращаются другъ около друга въ $34\frac{1}{2}$ года и сдѣлали со времени своего открытія Гершелемъ въ 1782 году почти четыре полныхъ оборота. Всѣ такія орбиты, представляютъ, конечно, лишь взаимныя перспективныя положенія обѣихъ звѣздъ, и мы не можемъ даже съ увѣренностью сказать, какая изъ двухъ обладаетъ большимъ полемъ тяготѣнія, такъ какъ ея „астрономическая масса“ можетъ и не соответствовать классу ея яркости для нашего глаза. Но фактъ здѣсь ясенъ: обѣ звѣзды кружатся другъ около друга по правильной эллиптической орбитѣ, по закону Ньютона.

Двойныя звѣзды раздѣляются теперь на оптическія, т.-е. види-



Рис. 397. Нѣкоторыя изъ двойныхъ звѣздъ: 1) Сиріусъ. 2) Мизаръ. 3) Касторъ. 4) Пси Кассіопеи. 5) Звѣзда 61 Лебеда. 6) Эта Кассіопеи.

мая въ телескопы, какъ отдѣльныя пары, и спектроскопическія, двойственный характеръ которыхъ обнаруживается только спектроскопомъ, благодаря періодическимъ раздвоеніямъ и сліяніямъ ихъ спектральныхъ линій. Ихъ никакъ нельзя смѣшивать со случайно или перспективно сблизившимися между собою звѣздами, которыя мы можемъ наблюдать простымъ глазомъ въ различныхъ частяхъ неба. Когда мы говоримъ о двойной звѣздѣ Мизаръ—средней въ хвостѣ Б. Медвѣдицы—мы почти всегда подразумѣваемъ подъ нею не видимую нами пару Мизаръ - Алькоръ, извѣстную еще съ глубокой древности, а очень тѣсно расположенныя другъ къ другу бѣлую и зеленоватую звѣздочки 2 и 4 класса видимости, на которыя распадается при взглядѣ въ телескопъ самъ Мизаръ. Алькоръ же находится отъ этой пары такъ далеко, что если и обращается около нея, то въ такой долгій періодъ времени, который не позволяетъ намъ отмѣтить пока замѣтной дуги въ его орбитальномъ движеніи.

Точно такъ же острый глазъ можетъ разглядѣть Епсилонъ Лиры, какъ парную звѣздочку, а въ бинокль оба ея компонента видны превосходно. При болѣе сильныхъ увеличеніяхъ, каждый изъ нихъ раздвояется въ свою очередь. Обѣ звѣздочки въ каждой парѣ ясно обращаются другъ около друга, но обращаются ли также и обѣ пары вокругъ общаго центра тяготѣнія? Повидимому, да, но въ очень длинный періодъ времени, и слѣдовательно здѣсь мы, можетъ быть, имѣемъ дѣло съ настоящей четверной звѣздой.

Изъ несомнѣнныхъ двойныхъ, Бета Лебеда разлагается на двѣ даже въ самую умѣренную трубу и представляетъ одну изъ красивѣйшихъ паръ. Одна изъ нихъ третьяго порядка видимости золотисто-желтаго, какъ отдаленный топазъ, а другая, пятаго порядка, сине-голубоватая. Закрывъ одну, легко увидимъ, что другая не измѣняетъ отъ этого своего цвѣта, значить цвѣтъ обѣихъ не обусловленъ контрастомъ. Кромѣ того, Хѣггинсъ (Huggins), изслѣдовавъ эту пару спектроскопомъ, убѣдился, что у золотистой недостаетъ въ спектрѣ фіолетоваго конца, а у голубой—краснаго. То же самое можно видѣть у Гаммы Андромеды и у множества другихъ двойныхъ звѣздъ, расчлениющихся на золотистую и синюю (табл. VII и VIII).

Это показываетъ, что температура голубой много выше температуры золотистой. Кромѣ того, и самъ зеленый, голубой, синій и нерѣдко фіолетовый цвѣта, такъ часто встрѣчающіеся у меньшаго компонента двойныхъ звѣздъ, наводитъ на серьезныя размышленія. Среди видимыхъ простымъ глазомъ одинокихъ небесныхъ свѣтилъ мы совсѣмъ не встрѣчаемъ такихъ цвѣтовъ. Если Сиріусъ, Вега и многія другія и кажутся, благодаря своей очень высокой температурѣ, слегка голубоватыми, то этотъ оттѣнокъ не обнаруживаетъ даже и отдаленнаго сходства съ тѣми интенсивными красочными цвѣтами, какіе мы видимъ у менѣе яркихъ компонентовъ звѣздныхъ паръ. Объяснить ихъ цвѣта тѣмъ, что менѣе яркая является на самомъ дѣлѣ планетой, покрытой зеленоватой растительностью и только

Таблица VII.

Нѣкоторыя тройныя звѣзды.

Названія *	Велич.	Цвѣта.	Время обращенія.
ζ Рака { АВ	5,5—6,2	обѣ желтыя	ок. 60 лѣт.
AD	5,5—0,0	желтая и невидимая	„ 600 „
BD	6,6—0,0	желтая и невидимая	„ 18 „
3130Σ Лиры АВ	7,4—1,1	обѣ бѣлыя	„ 16 „
ξ Скорпіона АВ	4,5—5,0	обѣ желтыя	„ 100 „
ο ² Эридана { АВ	9,5—?	обѣ желтыя	„ ? „
AE	9,5—10,5	обѣ желтыя	„ 180 „
12 Рыси АВ	6—6,5	бѣлая и красноватая	„ 480 „

*) Буквами обозначены компоненты.

Нѣкоторыя разноцвѣтныя парныя звѣзды.

	Величины.	Цвѣта.
12 Гончихъ собакъ	3,2 и 5,7	желтая и фіолетовая
β Скорпіона	2,3 и 5,3	бѣлая и зеленоватая
γ Дельфина	4,0 и 5,7	красноватая и зеленоватая
μ Дракона	5,0 и 5,0	красноватая и голубоватая
23-η Оріона	5,1 и 6,0	бѣлая и голубая
ζ Лебеда	5,0 и 7,1	бѣлая и голубая
ξ Оріона	2,3 и 5,8	бѣлая и голубая
ε Боотеса	3,0 и 6,2	желтая и бѣлая
γ Льва	2,2 и 3,1	золотистая и зеленоватая
λ Оріона	4,2 и 6,2	бѣлая и голубая
95 Геркулесса	5,0 и 5,2	красноватая и золотистая
β Лебеда	3,0—5,3	золотистая и голубоватая
η Персея	4,0—8,0	тоже
Полярная	2,0—8,4	тоже
α Геркулеса	3,0—5,3	тоже
55 Рыбъ	5,2—8,2	тоже
ρ Оріона	4,8—8,3	тоже
γ Андромеды	2,2—6,0	тоже
8 Единорога	4,5—6,7	тоже

Нѣкоторыя одноцвѣтныя парныя звѣзды.

	Величина.	Цвѣта.
Мизаръ	2,4 и 4,0	обѣ зеленовато-бѣлыя (при нихъ Алькоръ, 5 вел., зол.)
6 Змія	4,0 и 4,3	обѣ желтыя
30 Овна	6,0 и 6,3	обѣ бѣлыя

Таблица VIII.

Нѣкоторыя оптическія двойныя звѣзды съ извѣстными намъ приблизительными періодами взаимнаго обращенія.

Названія.	Велич.	Цвѣта.	Времена обращенія.
δ Жеребенка	4,5—5	обѣ бѣлыя	ок. 11 $\frac{1}{2}$ лѣт.
85 Пегаса	6—11		„ 17 $\frac{1}{2}$ „
42 Волосъ Вереники	6—6	обѣ бѣлыя	„ 26 „
8 Секстанта	5,6—6,5	обѣ бѣлыя	„ 33 „
ζ Геркулеса	3—6	золотистая и малиновая	„ 35 „
(3121) Σ Рака	7,2—7,5	бѣлая и золотистая	„ 39 „
η Сѣв. Вѣнца	5,5—6,0	обѣ золотистыя	„ 41 „
2173 Офіуха	6—6	обѣ желтыя	„ 45 „
Сириусъ	1—9	обѣ бѣлыя	„ 50 „
(527) Σ Жеребенка	7—8	синеватая и бѣлая	„ 54 „
γ Южн. Вѣнца	5,5—5,5	обѣ золотистыя	„ 55 „
ξ Бол. Медвѣдицы	4—5	желтая и сиреневая	„ 60 „
(234) Σ Бол. Медвѣдицы	7—7,8	обѣ бѣлыя	„ 68 „
(298) Σ Боотеса	7—7,4	обѣ бѣлыя	„ 69 „
α Центавра	1—2	бѣлая и желтая	„ 80 „
70 Офіуха	4,5—6	желтая и розовая	„ 87 „
(235) Σ Бол. Медвѣдицы	6—7	обѣ бѣлыя	„ 94 „
γ Сѣв. Вѣнца	4—7	желтая и фіолетовая	„ 85—95 „
2107 Σ Геркулеса	6,5—8,5	желтая и синяя	„ 98 „
3062 Σ Кассіопеи	6,5—7,2	желтая и оливковая	„ 104 „
φ Бол. Медвѣдицы	5—5,5	обѣ бѣлыя	„ 115 „
ω Льва	6—7	бѣлая и синяя	„ 124 „
25 Гончихъ собакъ	6—7	бѣлая и синяя	„ 124 „
ξ Боотеса	4,5—6,5	желтая и пурпуровая	„ 127 „
4 Водолея	6—7	обѣ желтыя	„ 180 „
γ Дѣвы	3—3	обѣ желтыя	„ 195 „
η Кассіопеи	4—7	желтая и пурпуровая	„ 196 „
τ Офіуха	5—6	обѣ бѣлыя	„ 218 „
44 Боотеса	5,3—6	бѣлая и сиреневая	„ 261 „
μ ² Боотеса	6,5—8	обѣ бѣлыя	„ 280 „
1557 Σ Дѣвы	8—9	бѣлая и желтая	„ 292 „
36 Андромеды	6—7	оранжевая и желтая	„ 316 „
δ Лебедя	3—8	бѣлая и синяя	„ 336 „
1819 Σ Дѣвы	7—8	обѣ бѣлыя	„ 340 „
μ Дракона	5—5	обѣ бѣлыя	„ 562 „
ξ Водолея	4—5,5	бѣлая и зеленая	„ 800 „
Касторъ	2,5—2,8	обѣ зелено-желтыя	„ 1000 „

отражающей часть лучей другой, невозможно, такъ какъ свѣтъ ея слишкомъ яркъ. Допустить, что голубоватая и болѣе накалившаяся меньше, чѣмъ золотистая—трудно, потому что въ системахъ небесныхъ свѣтилъ меньшій компонентъ всегда оказывается болѣе остывшимъ, какъ и слѣдуетъ быть по физическимъ законамъ.

Остается только одно объясненіе. Синія, зеленыя, голубыя и фіолетовыя звѣзды только свѣтятъ намъ слабѣе, а по размѣрамъ больше сопутствующихъ имъ золотистыхъ, оранжевыхъ, красныхъ и даже бѣлыхъ. Но ихъ поверхности накалены до такой степени, что испускаютъ, главнымъ образомъ, только ультра-фіолетовыя и другія еще болѣе частыя, и потому неразличимыя нами свѣтотыя колебанія, т.-е. выходятъ за верхній предѣлъ видимости для нашего глаза.

Особенно это можно сказать относительно Кси Рака, гдѣ прежде всего мы видимъ двѣ почти равныя звѣздочки, пятого класса яркости, кружащіяся другъ около друга въ 58 лѣтъ. Вблизи есть еще третій, менѣе яркій компонентъ, который обращается около нихъ (или скорѣе, они около него) въ 600 лѣтъ, но не по эллиптической, а по эпициклической орбитѣ, какъ обращались бы планеты около Земли въ системѣ Птолемея, и періодъ эпицикла равенъ 18 годамъ. Наиболѣе простымъ объясненіемъ такого обстоятельства является слѣдующее. Всѣ три видимыя нами звѣздочки, на которыя оптически расчленилась Кси Рака, обращаются вокругъ большаго свѣтила, неразличимаго нами по причинѣ слишкомъ высокой температуры. Слабая звѣздочка обходитъ его въ 18 лѣтъ, а болѣе свѣтлая пара въ 600, обращаясь при этомъ еще и сама въ 58 лѣтъ, какъ Земля и Луна въ ихъ пути кругомъ Солнца.

Здѣсь математическое изслѣдованіе приводитъ насъ уже къ необходимости признать существованіе вполне сформировавшихся высокотемпературныхъ небесныхъ свѣтилъ, совсѣмъ невидимыхъ для нашего глаза. А ихъ можетъ быть огромное количество, и ихъ затмѣніями могутъ проще всего быть объяснены перемѣнныя звѣзды типа Альголя, періодически померкающія на короткое время.

Намъ остается еще сказать нѣсколько словъ о спектрально двойныхъ звѣздахъ.

Часто два компонента системы уже не могутъ быть раздѣлены въ самые сильные телескопы. Здѣсь намъ помогаетъ только спектроскопъ, благодаря тому, что линіи спектра у приближающагося къ намъ свѣтила соотвѣтственно, хотя и очень мало, передвигаются къ фіолетовому концу, а у удаляющагося отъ насъ, наоборотъ, передвигаются къ красной части. Поэтому, если двѣ звѣзды обращаются другъ около друга по орбитѣ, плоскость которой не перпендикулярна къ лучу нашего зрѣнія, и потому онѣ поочередно то приближаются къ намъ, то удаляются отъ насъ, то тѣ же самыя линіи у одной сдвигаются вправо, у другой—влѣво, въ результатъ чего при каждомъ кругооборотѣ должно происходить дважды раздвоеніе и сліяніе всѣхъ линій.

Значить, даже и не видя самих вращающихся свѣтилъ, мы можемъ опредѣлить и время ихъ обращенія, и скорость ихъ относительнаго движенія по ширинѣ раздвиженія ихъ спектральныхъ линій. А зная это, мы легко вычислимъ по нимъ и самую величину ихъ орбиты и ея радіусъ въ нашихъ земныхъ мѣрахъ, а слѣдовательно и сумму „астрономическихъ массъ“ у обоихъ компонентовъ, т.-е. величину ихъ полей тяготѣнія. Предполагая затѣмъ, что поля тяготѣнія звѣздъ одного спектральнаго типа, въ среднемъ, пропорціональны ихъ объемамъ, какъ это должно бы быть при одинаковомъ физическомъ строеніи небесныхъ тѣлъ, начали приближенно опредѣлять и сумму ихъ объемовъ, а слѣдовательно и величину ихъ свѣтящихся поверхностей. Допуская затѣмъ, что лучеиспускательная способность въ единицѣ поверхности звѣздъ одного и того же типа, въ среднемъ, одинакова, и сопоставляя ихъ яркость для нашего глаза съ яркостью аналогичныхъ имъ звѣздъ, разстоянія до которыхъ уже извѣстны намъ изъ паралактическихъ опредѣленій, стали приблизительно вычислять и ихъ относительныя разстоянія до насъ, и все это привело къ заключенію, что, по своимъ размѣрамъ и физическимъ особенностямъ, двойныя звѣзды представляютъ изъ себя системы того же космогоническаго порядка, какъ и наша солнечная.

Чтобы дать хоть малое понятіе о тѣхъ перспективахъ, которыя открываетъ намъ спектральный анализъ для изученія отдаленныхъ звѣздныхъ системъ, разберемъ здѣсь нѣсколько типическихъ случаевъ.

Возьмемъ, на примѣръ, всегда хорошо видимую въ осеннія ночи Бету Возничаго. Спектроскопъ обнаруживаетъ, что ея линіи поглощенія правильно раздвигаются черезъ каждые два дня. Это показываетъ намъ, что она двойная звѣзда, у которой оба компонента обращаются другъ около друга въ 4 дня. По приблизительно одинаковой отчетливости правой и лѣвой стороны раздвояющихся черточекъ заключили, что обѣ звѣздочки одинаковой яркости, а, слѣдовательно, и объема, а по величинѣ максимальнаго раздвиженія линій опредѣлили, что разстояніе между ними около 12 милліоновъ километровъ. Все это требуетъ, чтобы сумма ихъ астрономическихъ массъ, т.-е. полей тяготѣнія, въ 5 разъ превосходила ихъ величину у Солнца и Земли. Благодаря тому, что Бета Возничаго принадлежитъ къ типу Сириуса, опредѣлили, сравнивая съ нимъ ея яркость и вычисляемую приблизительно величину, что ея разстояніе отъ насъ должно быть около $5\frac{1}{2}$ разъ далѣе Сириуса.

Это же можно сказать и о блестящемъ Колосѣ въ созвѣздіи Дѣвы, принадлежащемъ къ сиріанскому типу, который представляетъ спектроскопическую двойную звѣзду, съ тѣмъ же періодомъ въ 4 дня, съ разстояніемъ между обоими компонентами около 10 тысячъ километровъ и съ общей „астрономической массой“, въ 2,6 разъ превышающей массу Солнца, откуда аналогичнымъ предыдущему способомъ вычисляется, что Колосъ почти въ три раза далѣе Сириуса. Замѣтимъ еще, что при своемъ полетѣ въ пространствѣ онъ

и Солнце сближаются другъ съ другомъ со скоростью 12 километровъ въ секунду.

Главный компонентъ Мизара въ Б. Медвѣдицѣ тоже представляетъ спектроскопическую двойную звѣзду, съ періодомъ обращенія въ 104 дня и съ суммой „астрономическихъ массъ“ вдвое больше солнечной и земной.

Но особенно интересные результаты спектральный методъ даетъ для нѣкоторыхъ переменныхъ звѣздъ типа Альголя (рис. 398). Альголь тоже принадлежитъ къ сиріанскому типу и показываетъ признаки двойной звѣзды, но у него, вмѣстѣ раздвоенія, наблюдаются только періодическія колебанія взадъ и впередъ спектральныхъ линій, показывающія, что онъ обращается вокругъ какого-то темнаго огромнаго тѣла, по орбитѣ въ 5.000.000 километровъ діаметромъ. Точно такъ же Дельта Цефея, принадлежащая къ солнечному типу, оказалась, по пулковскимъ наблюденіямъ Бѣлопольскаго, двойной звѣздой съ невидимымъ нами большимъ компонентомъ, но она отличается отъ другихъ тѣмъ, что не принадлежитъ къ сиріанскому типу, преобладающему среди спектрально двойныхъ звѣздъ.

Заканчивая этимъ нашъ рассказъ о двойныхъ и кратныхъ звѣздахъ и о новыхъ вопросахъ, которые онѣ возбуждаютъ, мы не можемъ не остановиться хотя на минуту, на тѣхъ дивныхъ картинахъ природы, которыя должны представляться обитателямъ планетъ,

обращающихся вокругъ одного изъ этихъ свѣтилъ, если эти планеты находятся на стадіи развитія Земли, и глаза ихъ обитателей устроены такъ же, какъ и наши. Голубые дни по временамъ смѣняются тамъ золотистыми и алыми, по временамъ на небѣ свѣтятъ два разноцвѣтныхъ солнца, освѣщая окружающій ландшафтъ, какъ бенгальскими огнями. Какое разнообразіе свѣтовыхъ оттѣнковъ, какая невиданная для нашихъ глазъ красота природы! А когда золотистое Солнце при кольцеобразномъ затменіи, входя въ средину зеленого, появляется въ ореолѣ его изумруднаго кольца, какія восторженные чувства могутъ охватывать тамъ всѣ сознательныя существа!

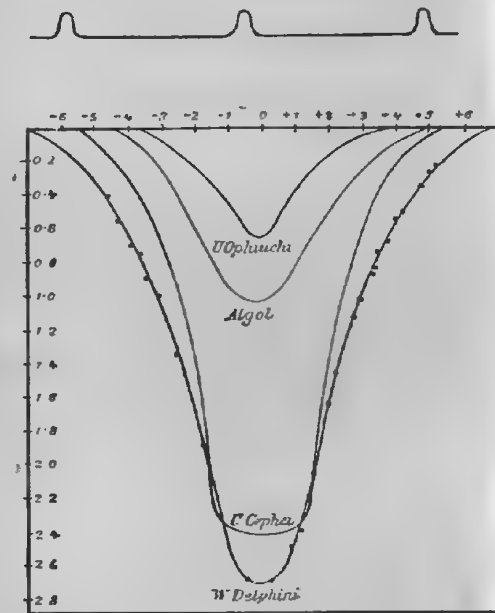


Рис. 398. Быстрыя періодическія потемнѣнія переменныхъ звѣздъ типа Альголя. 1.—Вверху, послѣдовательность ослабленій блеска 2.—Внизу, характеръ отдѣльных потемнѣній.

4. Звѣздные рои.

Отъ предыдущихъ двойныхъ, тройныхъ, четвертныхъ и даже шестерныхъ, и вообще отъ кратныхъ звѣздъ мы не видимъ посте-



Рис. 399. Звѣздная куча ($16^h 38^m 6^s$ и $+36^\circ 39'$) въ созвѣздіи Геркулеса. Снимокъ въ Ликской обсерв. 22 іюня 1900 г. Экспоз. 2 ч. (увел. 3,8).

пеннаго перехода къ цѣлымъ ихъ роямъ, какіе наблюдаются, напримеръ, въ Плеядахъ и другихъ скопленіяхъ (рис. 399). Все показываетъ намъ, что звѣздные рои—это группы совсѣмъ иного, высшаго порядка сложности уже по одному тому, что часто содержатъ

въ себѣ и двойныя и многократныя звѣзды въ качествѣ своихъ подчиненныхъ компонентовъ.

Само собой понятно, что они, какъ и всякіе другіе сложные агрегаты, въ родѣ нашихъ земныхъ городовъ и поселковъ, въ родѣ ульевъ пчелъ, муравейниковъ въ лѣсу и самихъ лѣсовъ, могутъ быть большей и меньшей величины, отъ такихъ, гдѣ собралось или, вѣрнѣе, возникло лишь нѣсколько десятковъ свѣтилъ и до такихъ, гдѣ ихъ считаются цѣлые милліоны, да и разстоянія между отдѣльными роями могутъ быть тоже чрезвычайно различными.

Одинъ изъ самыхъ маленькихъ и близкихъ къ намъ роевъ, Плеяды, извѣстенъ большинству деревенскаго народа, такъ какъ самъ бросается въ глаза на восточной части неба въ темные осенніе вечера нашихъ сѣверныхъ странъ.—„Можешь ли ты связать узелъ Плеядъ и расковать цѣпи Оріона? Можешь ли выводить въ свое время двѣнадцать созвѣздій Зодіака и вести Большую Медвѣдицу съ ея дѣтьми?“—спрашиваетъ Іовъ въ тридцать восьмой главѣ своей книги.

На темномъ, безлунномъ небѣ Плеяды представляютъ изъ себя пятно, величиною почти съ Луну, хотя, конечно, много слабѣе по ясности. Уже простой, очень острый глазъ различаетъ въ этой группѣ до девяти мелкихъ звѣздочекъ, наибольшая изъ которыхъ, Альціона, третьяго порядка видимости, является къ тому же и двойной звѣздой. Вслѣдъ за нею идутъ въ порядкѣ пониженія блеска—Электра, Меропа, Майя, Тайгета, Целена и Астеропа. Восьмая, Плейона, находящаяся теперь поблизости отъ Атласа, тоже причисляемаго новѣйшими авторами къ этой группѣ, убѣждала, какъ увѣряютъ древніе греческіе и латинскіе писатели, съ неба во время троянской войны, но является ли это намекомъ на уменьшеніе въ древности ея блеска или простой аллегоріей, такъ какъ она находится на предѣлѣ видимости простымъ глазомъ, рѣшить въ настоящее время очень трудно. Къ тому же надо замѣтить, что древніе считали въ Плеядахъ только семь звѣздочекъ—сестеръ, исключая отсюда Атласа и уже упомянутую сбѣжавшую Плейону, а „Гомеръ“ признаетъ даже только шесть. Ихъ ежегодное исчезновеніе въ солнечныхъ лучахъ въ началѣ лѣта и появленіе на западѣ во время жатвы приводилось въ таинственную связь съ земными событіями.

Въ телескопъ или даже въ хорошій бинокль это скопленіе представляетъ картину, полную дивной красоты. Нѣсколько сотъ звѣздъ разбросаны въ немъ, какъ куча отдаленныхъ алмазовъ. Главные изъ нихъ, какова Альціона, должны достигать огромной величины и необычной яркости. Несмотря на то, что и въ Плеядахъ, какъ въ остальныхъ звѣздныхъ рояхъ, отдѣльныя свѣтила кажутся намъ, вслѣдствіе иррадіаціи свѣта, расположенными несравненно ближе другъ къ другу, чѣмъ есть на самомъ дѣлѣ, видъ ночного неба въ этомъ скопленіи долженъ быть необычно прекрасенъ. Десятки свѣтилъ, сверкающихъ много ярче Венеры, разбросаны тамъ въ различныхъ мѣстахъ, вмѣстѣ съ 2326 (или болѣе) другихъ, испу-

скающих, повидимому, лишь однѣ ультрафіолетовыя гаммы лучей; такъ какъ ихъ открыли только фотографическимъ способомъ. Все остальное изъ нашего звѣзднаго неба, кромѣ Магеллановыхъ облаковъ и, вѣроятно, Гиады, сливается тамъ со свѣтлой полосой Млечнаго пути, охватывающей и у нихъ, какъ у насъ, весь небесный сводъ сплошнымъ кольцомъ, раздвоеннымъ на одной половинѣ своего круговаго протяженія.

Цѣлый рядъ туманностей (рис. 256, стр. 640), испускающихъ, главнымъ образомъ, ультрафіолетовые лучи, открыты тамъ фотографіей около главнѣйшихъ звѣздъ (особенно около Меропы, Альционы, Майи и Электры). Каждая изъ нихъ оказывается, такимъ образомъ, окруженной огромной атмосферой неизвѣстнаго намъ легкаго газа, занимающаго почти половину разстоянія отъ одной звѣзды до другой, но не представляющаго для наблюдателя съ Земли дискообразной формы, какъ зодіакальная атмосфера нашей солнечной системы. Не происходитъ ли это потому, что оси вращенія всѣхъ звѣздъ въ Плеядахъ направлены почти прямо къ намъ? Конечно, вполне возможно. Однако нѣтъ ничего невѣроятнаго и въ томъ, что подобныя обширныя туманности уже не принимаютъ на своихъ периферіяхъ вращательнаго движенія вмѣстѣ съ центральными свѣтилами. Есть, кромѣ того, указанія, что и вся эта группа цѣликомъ окружена еще общей огромной атмосферой.

Сильное неравенство въ свѣченіи различныхъ звѣздъ этой естественной семьи, имѣющихъ въ небесахъ совершенно согласное другъ съ другомъ кажущееся движеніе и принадлежащихъ почти къ тому же самому сирианскому спектральному типу, настолько велико, что Альциона, на примѣръ, горитъ видимыми нами гаммами свѣта въ четыреста тысячъ разъ ярче, чѣмъ наименьшія изъ свѣтящихся для насъ звѣздочекъ въ Плеядахъ. Это—при равенствѣ въ силѣ излученія, требуетъ, чтобы діаметръ ея былъ въ 600—700 разъ болѣе, чѣмъ у нихъ. А такъ какъ это мало вѣроятно, то и приходится заключить, что наиболѣе тусклыя звѣздочки Плеядъ обладаютъ слишкомъ высокой температурой для того, чтобы мы могли ихъ видѣть.

Я уже упоминалъ, что всѣ свѣтила, дѣйствительно принадлежащія къ Плеядамъ, характеризуются совмѣстнымъ кажущимся движеніемъ. Слово кажущееся употреблено здѣсь потому, что этотъ рой передвигается въ небѣ съ угловой скоростью около 5,8 дуговыхъ секундъ въ сторону, какъ разъ противоположную средизвѣздному перемѣщенію нашей солнечной системы. Отсюда ясно, что Плеяды только отстаютъ отъ Солнца (или перегоняютъ его) въ общемъ великомъ орбитальномъ пути.

Параллаксъ ихъ совершенно не замѣтенъ. Свѣтъ Альционы при такихъ условіяхъ долженъ не меньше какъ въ 250 разъ превосходить солнечный, и это даетъ для нея гигантскіе размѣры. Она должна быть не менѣе, какъ въ 15 разъ больше нашего дневнаго свѣтила

по діаметру и, повидимому, служить центромъ обращенія всѣхъ остальныхъ плеядъ или очень близка къ нему.

Кромѣ этого роя, есть на нашемъ небѣ и другія звѣздныя скопленія, хорошо видимыя простымъ глазомъ. Таковы, на примѣръ, Гиады, представляющія изъ себя цѣлый рой широко разбросанныхъ мелкихъ звѣздочекъ, близъ яркаго оранжеваго Альдебарана, которыя вмѣстѣ съ Плеядами, по Немоевскому, дали поводъ къ возникновенію легенды о женщинахъ, будто бы приходившихъ плакать ко гробу Христа. Лежатъ онѣ къ намъ, повидимому, ближе, чѣмъ Плеяды, а по численности много уступаютъ имъ. Затѣмъ хорошо видимо скопленіе, названное въ средніе вѣка Волосами Вереники и представлявшееся на древнихъ картахъ снопомъ пшеницы, и Ясли въ созвѣздіи Рака, заключающее въ себѣ много двойныхъ звѣздъ и достигающее своей кульминаціи въ декабрѣ. Именно они и дали поводъ къ возникновенію легенды о рожденіи Христа въ это время въ Ясляхъ, около которыхъ находятся до сихъ поръ на небѣ также и двѣ маленькія звѣздочки, называвшіяся въ древнихъ книгахъ ослами.

Что же касается до звѣздныхъ скопленій, разложимыхъ на отдѣльныя звѣзды только въ телескопы, то изъ нихъ особенно красивымъ и легко разрѣшимымъ даже въ простой бинокль, является двойной рой въ Персеѣ. Какъ будто двѣ кучи золотого песку брошены здѣсь на темно-голубомъ фонѣ неба, гдѣ простой глазъ видитъ лишь двойную туманную звѣздочку на фонѣ Млечнаго пути! Точно такъ же виденъ простымъ глазомъ, какъ небольшая туманная звѣздочка, рой Мессье около Эты Близнецовъ (6^h2^m и $+24^\circ20'$), а изъ телескопическихъ на нашемъ сѣверномъ полушаріи замѣчательно скопленіе между Дзетой и Этой Геркулеса (16^h38^m и $+36^\circ40'$), которое въ бинокль представляется маленькимъ туманнымъ пятнышкомъ, а въ десятидюймовую трубу распадается не менѣе, какъ на 10—15 тысячъ звѣздочекъ (рис. 399). Оно служитъ типическимъ образчикомъ такъ называемыхъ круглыхъ звѣздныхъ кучъ, къ которымъ принадлежатъ, между прочимъ: 1) гранулированное скопленіе въ Водолеѣ (18^h52^m и $-1^\circ19'$), представляющее въ небольшія трубы зернистый видъ, а въ сильныхъ телескопахъ распадающееся на міриады мелкихъ отдѣльныхъ звѣздочекъ. 2) Скопленіе въ Возничемъ (5^h21^m и $+35^\circ43'$), въ которомъ заключается очень много двойныхъ звѣздъ. 3) Скопленіе надъ Сиріусомъ (6^h42^m и $-20^\circ38'$), въ срединѣ котораго лежитъ красноватая звѣздочка. 4) Удивительное скопленіе, видимое простымъ глазомъ, какъ туманная звѣзда Омега Центавра, содержащее въ себѣ около 6390 звѣздочекъ сирианскаго типа. Это, можетъ быть, самый блестящій рой изъ всѣхъ отмѣченныхъ на нашемъ небѣ. 5) Такое же скопленіе, изображающееся на картахъ, какъ звѣзда, 41 Тукана. Оно находится недалеко отъ М. Магелланова облака и совершенно изолированно среди окружающихъ звѣздъ, какъ будто окрестности затемнила здѣсь окружающая его непрозрачная съ краевъ атмосфера. 6) Замѣчательный небольшой рой

за созвѣздіемъ Ю. Креста, содержащій лишь 110 звѣздъ седьмого порядка видимости. Онъ отличается отъ остальныхъ тѣмъ, что большинство его звѣздъ цвѣтныя, отливающія зелеными, изумрудными и малиновыми оттѣнками, какъ куча разсыпанныхъ драгоценныхъ камней.

Подобныхъ легко разложимыхъ на отдѣльныя звѣзды кругловатыхъ роевъ насчитывается нѣсколько десятковъ (см. рис. 248 на стр. 629 и рис. 250 на стр. 365). Особенно замѣчательно здѣсь то обстоятельство, что среди нихъ нѣтъ ни одного эллиптического, тогда какъ въ трудно разложимыхъ и не разложимыхъ на отдѣльныя свѣтила спектроскопически-звѣздныхъ рояхъ преобладаетъ именно эллиптическая форма. Чѣмъ объяснить такую разницу?

Разсуждая съ чисто теоретической точки зрѣнія, всѣ рои генетически однородныхъ свѣтилъ должны имѣть, какъ и рой планетъ нашей солнечной системы, дисковидную форму. Шаровидная могла бы произойти лишь въ томъ случаѣ, если бы первичная туманность, давшая начало отдѣльнымъ звѣздамъ, обладала очень сильнымъ наклоненіемъ оси своего вращенія и очень сильнымъ прецессиональнымъ движеніемъ экватора по отношенію къ своей орбитѣ вокругъ Великаго центра, или вокругъ иного, частнаго, центра своего обращенія. Тогда послѣдовательныя кольцеванія происходили бы у нея во всевозможныхъ плоскостяхъ, но этотъ случай очень трудно допустить въ нашемъ звѣздномъ скопленіи, гдѣ Великій центръ очень далекъ.

Отдѣльно несущіяся звѣзды не могли бы собраться въ такіе рои подъ вліяніемъ только силъ своего тяготѣнія. Мы уже показали выше, что и законъ устойчивости звѣздныхъ системъ и самый анализъ ихъ движенія одинаково говорятъ, что всякое новое свѣтило, ворвавшееся извнѣ въ такую систему, будетъ обратно выброшено изъ нея, если дѣйствіе силъ тяготѣнія при этомъ не измѣнится благодаря какимъ-либо постороннимъ вліяніямъ, напримѣръ, тренью въ окружающей рой средѣ. Въ послѣднемъ случаѣ всѣ звѣздные рои представляли бы изъ себя собранія свѣтилъ, такъ сказать, завязшихъ въ какихъ-то обширныхъ туманностяхъ, летящихъ въ различныхъ частяхъ неба.

Однако и это нисколько не разъясняетъ нашего первоначальнаго недоумѣнія: почему рои, легко разложимые на отдѣльныя звѣзды, представляются намъ всегда кругловатыми, а трудно разложимые—большею частью эллиптическими, хотя нерѣдко и не уступаютъ первымъ по своей угловой величинѣ?

Вопросъ этотъ, мнѣ кажется, имѣетъ лишь одно удовлетворительное рѣшеніе. Всѣ звѣздныя скопленія на самомъ дѣлѣ исключительно дисковидны и всегда состоятъ изъ значительнаго числа простыхъ или кратныхъ звѣздъ, обращающихся вокругъ какого-то центра своего тяготѣнія, невидимаго для насъ по причинѣ его слишкомъ высокой температуры, позволяющей ему излучать колебанія



лишь недоступныхъ намъ высшихъ эфирныхъ гаммъ, и всѣ звѣзды въ нихъ находятся сравнительно недалеко отъ центра обширныхъ и слегка туманныхъ газовыхъ атмосферъ, въ родѣ нашей зодіакальной. Съ такой точки зрѣнія, кругловатыми покажутся намъ лишь тѣ рои, у которыхъ оси вращенія направлены въ нашу сторону, и они же будутъ наиболѣе легко разрѣшимыми телескопомъ на отдѣльныя звѣзды, потому что мы увидимъ ихъ съ такого направленія, въ которомъ ихъ общая газовая оболочка сравнительно тонка, и потому не заволакиваетъ отъ насъ отдѣльныхъ звѣздъ. Эллиптическими же покажутся намъ тѣ рои, у которыхъ оси вращенія направлены въ сторону отъ насъ. Въ нихъ мы труднѣе будемъ и отличать другъ отъ друга отдѣльныя звѣзды, такъ какъ ихъ свѣтъ, чтобы дойти до насъ, долженъ проходить сравнительно большое разстояніе въ своей не вполне прозрачной оболочкѣ. Звѣзды въ этомъ случаѣ будутъ для насъ тѣмъ менѣе различимы, чѣмъ уже намъ кажется самый рой, чѣмъ больше совпадаетъ его растянутый экваторъ съ нашей визуальной линіей.

Такъ это, именно, и есть. Въ огромномъ эллиптическомъ спектрально-звѣздномъ роѣ около Нью Андромеды, видимомъ при наблюденіи простымъ глазомъ, какъ слабая туманная звѣздочка, а въ телескопѣ похожемъ на пламя свѣчи, заслоненное янтарной пластинкой (рис. 400), нашъ взглядъ не можетъ различить отдѣльныхъ звѣздъ даже въ самые сильные инструменты, — такъ расплывчатъ ихъ свѣтъ! такъ затуманенъ онъ окружающей ихъ обширной газовой атмосферой. Только разъ, въ 1885 году, загорѣлась около ея центра временная звѣзда такой силы свѣта, что лучи ея прошли безъ погашенія сквозь всю ея туманную оболочку и дошли до насъ. То же самое отсутствіе видимыхъ звѣздъ, несмотря на удостовѣреніе ихъ существованія спектроскопомъ, мы находимъ и во многихъ другихъ овальныхъ звѣздныхъ рояхъ. Нѣкоторые изъ нихъ кажутся намъ даже раздвоенными, благодаря тому, что обращены къ намъ прямо экваторомъ своего вращенія, вдоль котораго на периферіи ихъ дисковидной атмосферы собрались несвѣтящіяся облака (рис. 401).

Такимъ же непрозрачнымъ облакамъ мы должны приписать и кажушееся нарушеніе эллиптической формы у многихъ звѣздныхъ скопленій, напримѣръ, у того замѣчательнаго роя, который въ слабыя трубы имѣетъ видъ гимнастической гири (Dumbellsnebulæ, рис. 404), какъ его опредѣлилъ Гершель, и въ центрѣ котораго можно даже различить при сильныхъ увеличеніяхъ нѣсколько слабыхъ звѣздочекъ.

Намъ нѣтъ нужды описывать здѣсь подробно всѣ найденные на небѣ рои звѣздъ. Намъ остается только спросить: не принадлежимъ ли и мы сами къ одному изъ нихъ?

Мы уже видѣли изъ карты Стратонова (прил. къ стр. 618), что Млечный путь представляетъ изъ себя гигантское кольцевидное образованіе, состоящее изъ множества отдѣльныхъ звѣздныхъ облаковъ, и

что то, къ которому принадлежит наше Солнце, повидимому, не шаровидно, а съ одной стороны вытянуто по направленію къ созвѣздію



Рис. 400. Большая туманность за созвѣдіемъ Андромеды ($0^h 37^m 17^s$ и $+40^\circ 43' 4''$).

Лебедя, а съ другой—по направленію къ Южному Кресту. Съ этой точки зрѣнія, мы не можемъ еще сказать, что находимся въ глубинѣ

одного изъ частныхъ дисковидныхъ скопленій въ системѣ Млечнаго пути. На дисковидную форму нашего звѣзднаго облака нѣтъ достаточныхъ статистическихъ указаній, основанныхъ на относитель-



Рис. 401. Дисковидная (или спиральная) туманность ($12^h 31^m 24^s$ и $+26^\circ 32' 2''$) въ Волосахъ Вереники, видимая сбоку. Снимокъ въ Ликской обсерв. 21 апр. 1901 г. Экспоз. 3 ч. (увел. 3,3).



Рис. 402. Двойная туманность ($23^h 58^m 8^s$ и $+15^\circ 34' 5''$) въ Пегасѣ. Снимокъ въ Ликской обсерв. 30 сент. 1899 г. Экспоз. 3 ч. (увел. 4,9).



Рис. 403. Туманность въ Андромедѣ ($2^h 16^m 15^s$ и $+41^\circ 53' 6''$). Снимокъ въ Ликской обсерв. 6 нояб. 1899 г. Экспоз. 4 ч. (увел. 3,4).

номъ количествѣ въ окружающемъ насъ пространствѣ звѣздъ того или иного класса видимости. Но если мы припомнимъ, что свѣтила, принадлежащія къ нашему рою могутъ бытъ чрезвычайно различ-

ныхъ величинъ, и что мельчайшія изъ нихъ будутъ для насъ перспективно сливаться съ крупнѣйшими изъ сосѣднихъ и уже чуждыхъ

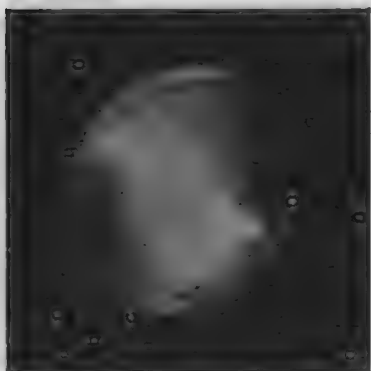


Рис. 404. Туманность Dumb-Bell $19^h 55^m 17^s$ и $+22^{\circ}27'$ въ Волчицѣ. (Снимокъ въ Ликкской обсерв. 31 іюля 1899 г. Эксп. 3 ч. (увел. 3,8).

намъ облаковъ, то мы увидимъ, что здѣсь дѣло еще требуетъ дальнѣйшихъ изслѣдованій. Очень возможно, что, подобно тому, какъ земная поверхность состоитъ изъ нѣсколькихъ континентовъ и цѣлаго ряда острововъ и островковъ различной величины, такъ и система Млечнаго пути состоитъ изъ звѣздныхъ роевъ самыхъ разнообразныхъ величинъ. Что же касается до того, принадлежатъ ли скопленія, въ родѣ Плеядъ или разноцвѣтнаго роя въ Южномъ крестѣ, легко разложимыя на отдѣльныя звѣзды, къ нашему звѣздному облаку, или составляютъ его спутниковъ, или представляютъ изъ себя такіе, какъ и онѣ, само-

стоятельные рои въ Млечномъ пути, то вопросъ этотъ такъ и остается нерѣшеннымъ до настоящаго времени.

5. Послѣднія минуты звѣздной жизни.

— Появилась Временная звѣзда!—говорятъ наблюдатели, вдругъ увидѣвъ звѣзду на небѣ тамъ, гдѣ ея раньше не было...

Странно звучитъ это названіе, и еще страннѣе обнаруживается передъ нами обозначаемый имъ предметъ! Мы уже знаемъ, что всякая планета была когда-то звѣздой, и что миллионы свѣтилъ, еще невидимыхъ нами по причинѣ ихъ слишкомъ высокой температуры, загорятся когда-нибудь такими же лучами, какъ и современныя звѣзды. Но всѣ эти загорания и угасанія происходятъ и будутъ происходить страшно медленно, сотнями тысячъ, даже миллионнами лѣтъ.

Совсѣмъ другое—временныя или, какъ ихъ иногда неудачно называютъ, новыя звѣзды. Ихъ свѣченіе, большей частью, непродолжительно. Какое-то темное свѣтило вдругъ вспыхиваетъ почти мгновенно, въ нѣсколько часовъ или, въ крайнемъ случаѣ, дней достигаетъ необычнаго блеска, а затѣмъ медленно тухнетъ, оставляя послѣ себя небольшую кругловатую или спиральную туманность...

Древнѣйшія извѣстія о временныхъ звѣздахъ мы имѣемъ въ китайской лѣтописи Ма-туанъ-линь. Не проходитъ вѣка, чтобы гдѣ-нибудь, большею частью въ Млечномъ пути (рис. 405) или его окрестностяхъ, не появилась на нѣсколько мѣсяцевъ хоть одна такой яркости, что обращала на себя всеобщее вниманіе.

Вотъ важнѣйшія изъ подобныхъ свѣтилъ.

— 134 г.¹⁾ Временная звѣзда между Бетой и Ро въ созвѣздіи Скорпіона (по Ма-туанъ-линь). Повидимому, это была та же самая, которую Плиній приписываетъ 125 г. до начала нашей эры и которая, по его словамъ, будто бы побудила Гиппарха составить для потомства свой каталогъ звѣздъ.

— 76 г. Смутныя указанія на временную звѣзду въ созвѣздіи Бол. Медвѣдицы. Но очень возможно, что дѣло идетъ о кометѣ.

101 г. Зеленоватая временная звѣздочка въ головѣ созвѣздія Льва (въ его „Серпѣ“), т.-е. какъ разъ въ томъ мѣстѣ, откуда къ намъ идетъ потокъ кометныхъ хлопьевъ—Леонидъ.

107 г. Временная звѣзда къ юго-востоку отъ Сириуса.

123 г. Временная звѣзда между Альфой Зміеносца и Альфой Геркулеса (по Ма-туанъ-линь).

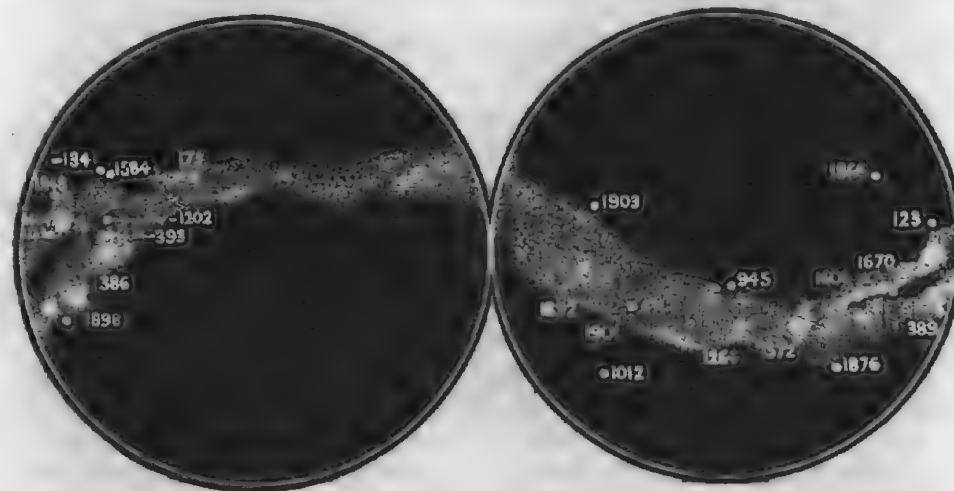


Рис. 405. Мѣста вспыхиванія важнѣйшихъ временныхъ звѣздъ. (Bull. Soc. Astr. de France, 1910, p. 415).

173 г. Очень яркая временная звѣзда появилась 10 декабря, по Ма-туанъ-линь, между Альфой и Бетой Центавра и была видна восемь мѣсяцевъ въ южномъ полушаріи. Очень близко къ этому пункту находится теперь небольшая красная перемѣнная звѣздочка Ро Центавра, съ очень неправильными измѣненіями въ блескѣ, отъ 6 до 10 класса видимости. Не является ли она остаткомъ китайской?

386 г. Временная звѣзда между Ламбдой и Фи Стрѣльца. Теперь тамъ ничего не видно, но Флемстидъ помѣстилъ около этого же пункта маленькую звѣздочку подъ № 65 своего каталога. Возможно, что это была новая, сравнительно слабая вспышка той же временной звѣзды.

389 г. (или 388, или 398). Яркая, какъ Венера, временная звѣзда въ созвѣздіи Орла, близъ Атаира, горѣвшая около трехъ недѣль (по Куспіанусу).

¹⁾ — означаетъ годы до Р. X.

393 г. Временная звезда въ хвостѣ Скорпіона.

561 г. Необычно яркая временная звезда въ Чашѣ, гдѣ теперь тоже находится красная переменная звездочка, *R* Чаши.

829 г. Временная звезда около Прокіона, гдѣ теперь известно нѣсколько малыхъ переменныхъ звездочекъ.

945 г. (?). Временная звезда Кипріана Леовитика, въ Кассіопеѣ, повидимому, простая комета.

1011 г. Временная звезда близъ Дзеты Стрѣльца.

1012 г. „Ослѣпительная“ временная звезда въ Овнѣ, въ маѣ мѣсяцѣ, упоминаемая Хепиданнусомъ (*Hepidappus*).

1054 г. (?). Смутныя указанія на временную звезду, около Теты въ Тельцѣ.

1139 г. (?). Смутныя указанія на временную звезду близъ Каппы въ Дѣвѣ.

1203 г. Временная звезда близъ Ми Скорпіона.

1572. Блестящая, временная звезда, описанная подробно Тихо-Браге. Это, вѣроятно, та же самая, которую китайскія лѣтописи обозначаютъ 1578 годомъ. Тихо-Браге увидѣлъ ее сразу въ подномѣ блескѣ около *K* Кассіопеи 11 ноября и былъ такъ пораженъ, что не вѣрилъ своимъ глазамъ. По бѣлому, яркому свѣту она превосходила Сиріуса и Юпитера и могла соперничать даже съ Венерой въ наилучшей видимости послѣдней. Многіе могли найти ее на небѣ даже въ полдень. Въ декабрѣ ея блескъ уменьшился до яркости Юпитера, въ февралѣ и мартѣ она стала обычной желтоватой звездой перваго порядка видимости, въ апрѣлѣ и маѣ понизилась въ блескѣ до второго, а въ іюлѣ и августѣ до третьяго. Въ октябрѣ и ноябрѣ она стала красной звездой четвертаго порядка, въ декабрѣ—пятого, въ февралѣ 1576 г. сдѣлалась тускло-бѣлой шестого, а затѣмъ совсѣмъ исчезла для самаго остраго глаза, проблеставъ, такимъ образомъ, семнадцать мѣсяцевъ.

1584 г. Временная звезда около Пи въ Скорпіонѣ. Интересно, что въ этомъ созвѣздіи, наполненномъ трудно видимыми скопленіями непрозрачнаго туманнаго вещества, отчасти заслоняющаго Млечный путь, было особенно много временныхъ звездъ.

1600 г. (?). „Новая звезда“ *R* Лебеда наблюдалась сначала Янсенемъ, а затѣмъ Кеплеромъ (въ 1602 г.). Она, однако, не можетъ быть названа „временной“ потому что, отмѣченная при открытіи, какъ звезда третьяго класса видимости, она существуетъ и до настоящаго времени, какъ звезда пятого класса, желтоватаго цвѣта со свѣтлыми линиями въ спектрѣ. Это, очевидно, неправильно-переменная звезда длиннаго періода.

1604 г. Временная звезда около Эты въ „Ногѣ“ Зміеносца, описанная Кеплеромъ. Она была впервые замѣчена ученикомъ Кеплера 10 октября, какъ бѣлая, превосходящая своимъ блескомъ Юпитера. Въ январѣ 1605 она была еще ярче Антареса, но въ мартѣ 1606 г. исчезла безъ слѣда, и въ настоящее время тамъ ничего не

видно. Съ ней, вѣроятно, тождественна и упоминаемая 30 сентября 1904 чрезвычайно яркая временная звезда.

1670 г. Временная звезда близъ Беты Скорпіона наблюдалась Антельмомъ и свѣтилась, то усиливаясь, то ослабѣвая въ блескѣ въ продолженіе двухъ лѣтъ. Въ настоящее время около этого мѣста находится телескопическая звездочка 11 порядка видимости, окруженная туманностью, которая, можетъ быть, является результатомъ догорания звезды Антельма.

1848 г. Временная звезда пятого класса видимости показалась между Дзетой и Этой въ Зміеносцѣ. Хайндъ впервые замѣтилъ ее 28 апрѣля, какъ оранжевую звездочку, то увеличивавшуюся, то уменьшавшуюся неправильно въ своемъ блескѣ. Въ настоящее время она менѣе 12-й величины, и разсмотрѣть ее можно лишь въ сильнѣйшіе телескопы.

1860 г. Временная звезда открыта въ телескопъ Погсономъ 28 мая 1860 года, какъ разѣ посрединѣ звезднаго роя, извѣстнаго подъ именемъ 80-го Мессье и находящагося между Альфой и Бетой Скорпіона. Это былъ первый случай загорания темнаго свѣтила въ звездномъ скопленіи. Когда Погсонъ увидѣлъ эту звезду впервые, блескъ ея, доходившій тогда до 7 класса видимости, совершенно заслонялъ все скопленіе. Только 10 іюня, когда „временная“ потухла, его можно было снова увидѣть въ телескопъ, какъ небольшое смутное пятно съ едва замѣтнымъ свѣтлымъ ядромъ. Теперь этой звезды совсѣмъ не видно.

1866 г. Временная звезда второго порядка видимости, не слабѣе Жемчужины, въ Сѣверномъ Вѣнцѣ, была впервые замѣчена Бирмингемомъ въ Ирландіи вечеромъ 12 мая. Повидимому, она вспыхнула совсѣмъ внезапно, такъ какъ за $2\frac{1}{2}$ часа до того времени тамъ ничего не было замѣтно простымъ глазомъ. Спектроскопъ обнаружилъ въ ней рядъ свѣтлыхъ линий, повидимому коронія и водорода. Она быстро ослабѣвала и 24 мая дошла до $8\frac{1}{2}$ класса видимости. Потомъ снова слегка возросла и опять сильно уменьшилась и осталась въ слабомъ видѣ до настоящаго времени. Поиски въ прежнихъ документахъ показали, что она была помѣщена въ каталогъ Аргеландера въ мартѣ 1856, и поэтому является не настоящей временной звездой, т.-е. результатомъ вспыхиванія совсѣмъ темнаго остывшаго свѣтила, а вспышкой еще не угасшаго. Отсюда видно, что подобнаго рода катастрофы совершаются не съ одними потухшими для нашего глаза свѣтилами. Интереснымъ обстоятельствомъ является здѣсь и то, что она, какъ и нѣкоторыя другія временныя звезды, мерцала сильнѣе равновеликихъ съ нею, окружающихъ обычныхъ звездъ.

1876 г. Временная золотистая звезда третьяго класса видимости была открыта Шмитомъ въ Леинахъ, близъ Ро Лебеда 24 ноября. Она находилась уже въ процессѣ ослабѣванія и 30 ноября дошла до пятого класса, а 12 января 1877 спустилась до девя-

таго. Ея спектръ въ періодъ наибольшаго блеска показывалъ такія же свѣтлыя линіи, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, обнаруживающія, повидимому, короній и водородъ, а съ ними какъ-будто натрій и магній. Въ сентябрѣ 1877 г. она была, по Линдсею, похожа на планетарную туманность неуловимо малаго діаметра, свѣтящую лишь одной линіей спектра, а въ началѣ текущаго XX столѣтія она обнаружила сплошной спектръ и уменьшилась почти до 15 класса видимости.

1885 г. Замѣчательная временная звѣзда седьмого класса видимости около самага ядра большаго звѣзднаго скопленія въ Андромедѣ. 16 августа ея еще тамъ не было видно, а 19 она была замѣчена Бельфастомъ, какъ телескопическая звѣздочка $9\frac{1}{2}$ класса видимости. 3 сентября она поднялась до $7\frac{1}{2}$ класса и обнаруживала такой же сплошной спектръ, какъ и сама туманность. Только 9 сентября Геггинсъ нашелъ неясные слѣды свѣтлыхъ линій въ ея спектрѣ, сплошномъ отъ линіи *D* до линіи *F*. Постепенно уменьшаясь, звѣздочка эта спустилась 7 февраля до 16 класса видимости и, наконецъ, совершенно погасла для самыхъ сильныхъ изъ нашихъ телескоповъ. Она не обнаруживала замѣтнаго параллакса и все время оставалась въ той же части большаго звѣзднаго скопленія въ Андромедѣ, въ которомъ и возникла. Все это наводитъ на мысль, что она дѣйствительно принадлежала къ данному скопленію и что, слѣдовательно, само оно не находится отъ насъ настолько далеко, чтобъ мы не могли въ немъ видѣть въ телескопы особенно яркихъ звѣздъ. Но если это такъ, то оно представляетъ изъ себя такой же звѣздный рой, принадлежащій къ системѣ нашего Млечнаго пути, какъ и 86-й Мессье между Альфой и Бетой Скорпіона, гдѣ въ 1860 году тоже загорѣлась, какъ мы видѣли выше, временная звѣзда. А, между тѣмъ, до сихъ поръ думали, что скопленіе въ Андромедѣ, находится далеко за предѣлами Млечнаго пути и представляетъ изъ себя такой же самостоятельный міръ звѣздъ, какъ и послѣдній... Переводъ его въ подчиненныя группы подрываетъ самостоятельность и у остальныхъ меньшихъ скопленій такого же рода и заставляетъ насъ ограничить область сплошнаго свѣтоноснаго зѳира только предѣлами Млечнаго пути. Въ такомъ случаѣ, онъ не есть еще та всенаполняющая, безконечная по всѣмъ направленіямъ и единственно вѣчная среда, которая является первоисточникомъ всего существующаго, а образуетъ только обширную атмосферу, окружающую нашъ собственный Галактическій звѣздный міръ. За предѣлами его свѣтоносной атмосферы, въ такомъ случаѣ, должна находиться другая, еще болѣе первоначальная и уже не проводящая свѣтовыхъ колебаній среда. Эта первичная среда Вселенной и должна порождать въ себѣ здѣсь и тамъ по всей своей безграничности такія же скопленія, какъ и наше, можетъ быть, вліяющія другъ на друга какими-либо невидимыми для насъ излученіями высшаго порядка, проносящимися съ еще несравненно большими

скоростями, чѣмъ свѣтовые колебанія. Вотъ, къ какимъ первостепеннымъ выводамъ приводитъ маленькая телескопическая звѣздочка, загорѣвшаяся на полгода въ скопленіи Андромеды, если только она не налегаетъ на нее чисто перспективно!

1887 г. Фотографическая временная звѣзда девятаго класса видимости была открыта въ Персеѣ при послѣдующемъ разсматриваніи спектральныхъ снимковъ 1887 года въ Гарвардской обсерваторіи. Свѣтлыя линіи водорода обратили на нее вниманіе. Но увидѣть ее такъ и не удалось, потому что ко времени своего открытія на пластинкѣ она уже успѣла погаснуть и съ тѣхъ поръ не появлялась даже на самыхъ лучшихъ фотографіяхъ.

1891 г. Замѣчательная желтая временная звѣзда въ Млечномъ пути около 2° южнѣе χ Возничаго. Она была открыта Андерсономъ 1 февраля 1892 г., какъ уже угасающее свѣтило пятаго класса видимости. Звѣзда эта впервые появилась, какъ показало изслѣдованіе предшествовавшихъ фотографій неба, уже два мѣсяца тому назадъ между 1 и 10 декабря 1891 г. Ея яркость возрастала быстро до 20 декабря, когда она достигла $4\frac{1}{2}$ класса, а затѣмъ начала медленно убывать, и только въ это время ее замѣтилъ Андерсонъ. Къ 1 апрѣля она уменьшилась до 15 класса. Въ августѣ 1892 года она снова стала свѣтлѣе, обнаружила вокругъ себя туманность около $3''$ діаметромъ и, кромѣ того, еще смутное сіяніе до $30''$ въ поперечникѣ. 2 сентября она достигла почти 9 класса, а затѣмъ стала все болѣе и болѣе меркнуть, хотя и была еще видна и въ 1895 г. въ сильнѣйшіе телескопы, какъ типическая крошечная туманность. Ея спектръ былъ совершенно такой же, какъ и у временной въ Сѣверномъ Вѣнцѣ. Фрауенгоферова линія *C* была очень ярка, затѣмъ слѣдовала желтая линія *D*, четыре свѣтлыя полосы въ зеленой части и свѣтлая линія, похожая на *H_γ* въ фіолетовомъ концѣ. Самымъ замѣчательнымъ въ этомъ спектрѣ было то, что всѣ свѣтлыя линіи сопровождались съ наиболѣе преломляемой стороны темными, какъ будто тѣнями, падавшими отъ нихъ. Это обстоятельство привело сначала къ предположенію, что здѣсь твердое угасшее свѣтило, дающее непрерывный спектръ съ темными линіями поглощенія, несло по направленію къ намъ сквозь невидимую огромную туманность, дававшую тѣ же самыя свѣтлыя линіи, и даже вычислили, что скорость полета была 1300 километровъ въ секунду. Однако, новыя появленія совершенно аналогичныхъ звѣздъ заставили отказаться отъ такой идеи. Иначе пришлось бы признать, что всѣ онѣ летятъ непремѣнно по направленію къ намъ и непремѣнно съ тѣми же самыми скоростями. Въ настоящее время нѣтъ сомнѣнія, что темные контуры съ одной стороны свѣтлыхъ линій появляются вслѣдствіе гигантскихъ взрывовъ на охладившихся свѣтилахъ, при чемъ скорость улетающихъ газовъ, какъ и слѣдовало ожидать, накопляясь, возрастаетъ по мѣрѣ ихъ удаленія отъ звѣздной поверхности, а температура ихъ убываетъ вслѣдствіе расширенія объема,

и свѣченіе поэтому дѣлается слабѣе. Отсюда ясно, что свѣтлыя линіи передъ сплошнымъ спектромъ ядра временной звѣзды даютъ лишь прилегающіе къ ея поверхности газы взрыва, чрезвычайно высоко-температурные, плотные и не обладающіе еще огромными скоростями. А болѣе дальнія, охладившіяся отъ расширенія, уже потухшія струи, летящія съ огромными скоростями по направленію къ намъ, даютъ лишь темныя линіи поглощенія, сдвинутыя къ фіолетовому концу спектра, и потому лежащія рядомъ со свѣтлыми. Вся картина спектра именно и указываетъ на такого рода взрывъ у временной звѣзды 1891—1892 г.

1893 г. Временная звѣзда седьмого класса видимости появилась въ Млечномъ пути къ востоку отъ звѣздочекъ γ_1 и γ_2 Компаса. Ея спектръ былъ совершенно подобенъ предыдущему и скоро сдѣлался типическимъ для туманностей.

1895 г. Апрѣль. Временная звѣзда восьмого класса видимости появилась, какъ было обнаружено на фотографіяхъ, въ началѣ апрѣля между Этой Корабля и Ламбдой Центавра, около Южнаго Креста, у самага Млечнаго пути, и найдена уже въ періодѣ своего угасанія. Спектръ ея былъ совершенно сходенъ съ предыдущими (въ Возничемъ и Компасѣ) и показалъ свѣтлыя линіи водорода съ темными тѣнями къ фіолетовому концу.

1895 г. Іюль. Временная звѣзда седьмого класса видимости около двойной звѣзды 3 Центавра. Когда ее открыли въ періодѣ угасанія, она показала спектръ туманностей, совершенно монохроматическій и безъ черныхъ линій поглощенія.

1901 г. Временная звѣзда въ Персеѣ. Въ моментъ открытія 21 февраля она была 2,7, а на слѣдующую ночь уже 1 класса. За сутки до этого, 19 февраля, на фотографіи Гарвардскаго колледжа, гдѣ вышли звѣзды даже 11 класса, ничего не было на этомъ мѣстѣ. Такъ быстро вспыхнула она! Затѣмъ у нея, какъ и у всѣхъ другихъ, началось медленное угасаніе, но не равномерное, а вспышками, сначала въ трехдневный, а затѣмъ пятидневный періодъ, какъ будто вращеніе вспыхнувшего свѣтила, сначала очень быстрое, постепенно замедлялось при его горѣніи (рис. 406).

Вмѣстѣ съ колебаніями въ яркости происходили измѣненія и въ цвѣтѣ; во время максимума Новая была блѣдно-желтоватой, во время минимума—красноватой. Измѣнялся и ея спектръ. Сначала онъ былъ сплошной, съ нѣсколькими темными линіями, но 24 сентября онъ вдругъ сдѣлался типичнымъ для временныхъ звѣздъ съ расчлененіемъ всѣхъ линій на пары, въ которыхъ болѣе широкой компонентъ обращенъ къ красной, а параллельный ему узкій—къ фіолетовой сторонѣ. Затѣмъ въ половинѣ марта спектръ снова измѣнился и до половины іюня нѣсколько разъ переходилъ отъ газоваго со свѣтлыми линіями на темномъ фонѣ къ сплошному, характерному для жидкихъ и твердыхъ тѣлъ. Съ 17 іюля онъ сдѣлался совершенно одинаковъ со спектромъ туманностей, только свѣтлыя

линіи небулезія и водорода были въ немъ шире. Вскорѣ съ помощью современныхъ свѣтосильныхъ приборовъ удалось сфотографировать и самое туманность (рис. 406) и, такимъ образомъ, показать, что хотя часть этого рода небесныхъ образованій является результатомъ самораспада звѣздъ, охладившихся, можетъ быть, до очень низкихъ температуръ.

Послѣ „Новой“ въ Персеѣ было открыто еще нѣсколько телескопическихъ звѣздъ, послѣдней изъ которыхъ является пока временная въ Ящерицѣ, по спектру очень сходная съ предыдущей. Вообще говоря, чѣмъ усерднѣе стали изслѣдовать звѣздное небо, тѣмъ болѣе стали открывать въ немъ слѣдовъ, оставшихся отъ та-

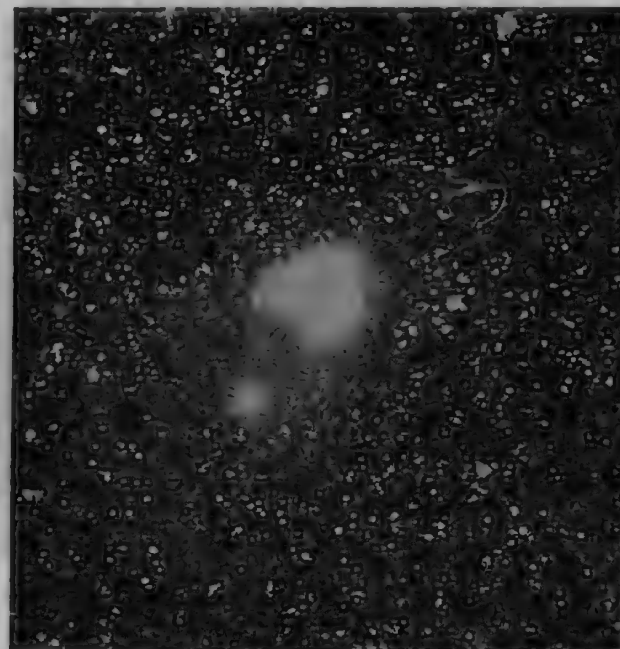
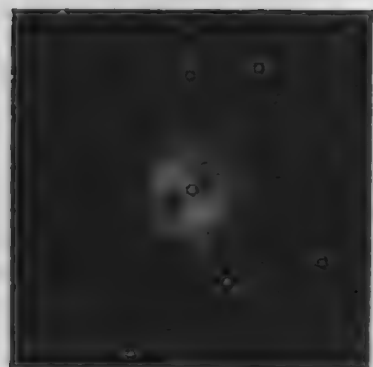


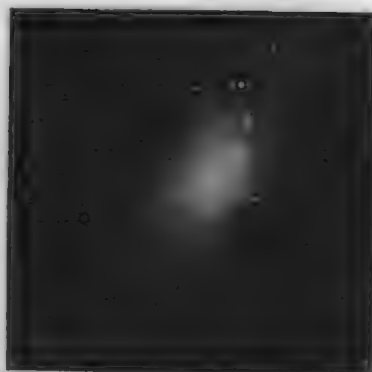
Рис. 406. Туманность вокругъ новой звѣзды Персея, сфотографированная на Ликской обсерваторіи 8 декабря 1901 г.

кихъ звѣздныхъ катастрофъ. Въ промежуткѣ между 1885 и 1911 годами ихъ было открыто цѣлыхъ 18, т.е. почти по одной на каждый годъ.

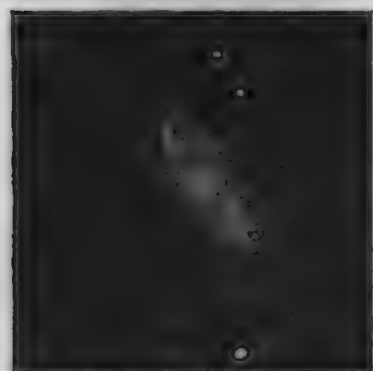
Мы видимъ изъ этого перечня, что всѣ хорошо изслѣдованные случаи единогласно указываютъ намъ на превращеніе отжившихъ свой вѣкъ звѣздъ въ небольшія туманности овальной или спиральной формы. А такъ какъ современные большіе телескопы и сдѣланные посредствомъ ихъ фотографическіе снимки неба указываютъ намъ повсюду среди звѣздъ такого рода образованія (рис. 407), то и приходится заключить, что временная звѣзда есть только послѣдняя вспышка космической жизни свѣтила или даже цѣлой системы свѣтилъ, потому что при взрывѣ центральной звѣзды должны отчасти



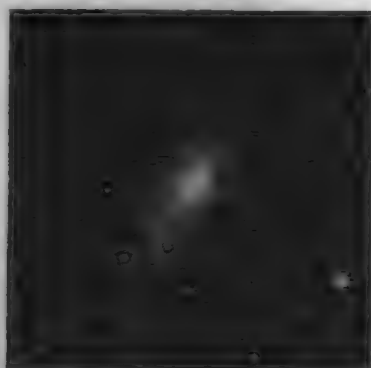
Туманность „Сова“ ($11^h 9^m 43^s$ и $+55^\circ 33'7''$) въ Б. Медвѣдицѣ. Снимокъ въ Ликской обс. 28 марта 1900 г. Эксп. 4 ч. (Увел. 3,3).



Спиральная туманность въ Б. Медвѣдицѣ ($9^h 47^m 18^s$ и $+69^\circ 32'$). Снимокъ въ Ликской обсерваторіи 21 марта 1900 г. Экспоз. 3 ч. 55 м. (Увел. 3,4).



Спиральная туманность ($10^h 13^m 42^s$ и $+46^\circ 3'7''$) въ Б. Медвѣдицѣ. Снимокъ въ Ликской обс. 24 марта 1900 г. Эксп. 4 ч. (Увел. 4,3).



Спиральная туманность ($9^h 15^m 6^s$ и $+51^\circ 24'$) въ Б. Медвѣдицѣ. Снимокъ въ Ликской обсер. 17 апр. 1901 г. Эксп. 3 ч. (Увел. 3,4).



Спиральная туманность ($11^h 27^m 56^s$ и $+47^\circ 35'8''$) въ Б. Медвѣдицѣ. Снимокъ въ Ликской обс. 29 мар. 1900 г. Эксп. 4 ч. (Увел. 4,9).



Туманность ($11^h 5^m 40^s$ и $+56^\circ 13'0''$) въ Б. Медвѣдицѣ. Снимокъ въ Ликской обс. 3 мая 1902 г. Эксп. 4 ч. (Увел. 3,3).

Рис. 407. Спиральные туманности въ созвѣздіи Б. Медвѣдицы.

диссоциироваться и разлетѣться въ стороны и всѣ ея планеты, вновь засвѣтившись яркими звѣздочками на болѣе или менѣе продолжительное время.

Предположимъ только, что подобная катастрофа произошла съ нашимъ Солнцемъ. Благодаря его вращенію, струи вырвавшихся изъ него газовъ приняли бы спиральную форму. Всѣ восемь главныхъ планетъ, всѣ десятки ихъ спутниковъ, всѣ сотни астероидовъ были бы отброшены прочь страшнымъ напоромъ газовъ и понеслись бы съ ихъ струями вдаль, не уравниваемая болѣе слабѣющей силой своего тяготѣнія къ исчезающему центральному свѣтилу. Но не это

Съверъ.

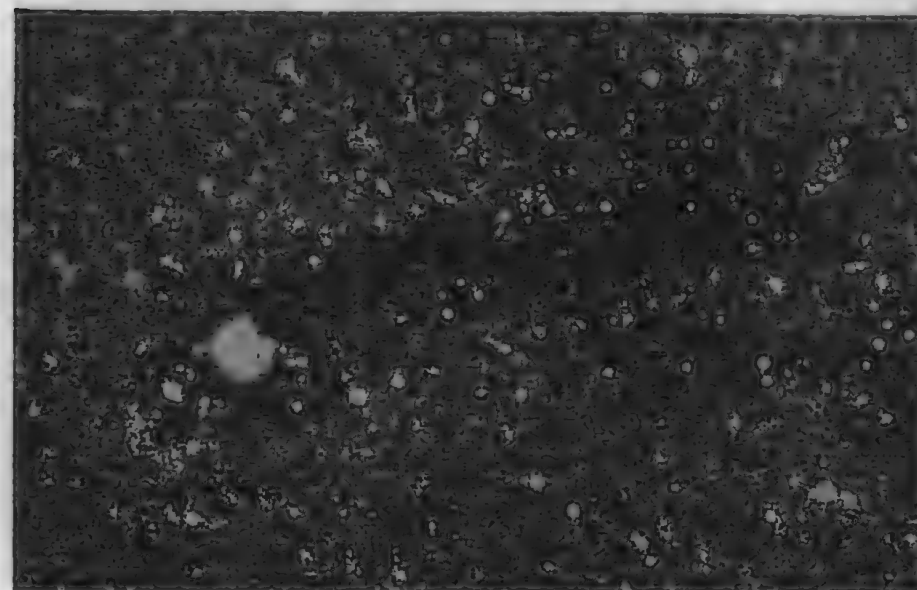


Рис. 408. Темное облако въ созвѣздіи Лебедя, по снимку М. Вольфа въ Гейдельбергѣ. На лѣвой сторонѣ его клубъ свѣтящагося газа кругомъ звѣзды.

ли же самое мы наблюдаемъ во многихъ спиральныхъ туманностяхъ, показанныхъ на нашихъ снимкахъ?

Разсматривая такія фотографіи, мы никакъ не должны заключать, что видимыя на нихъ отдѣльныя звѣзды (напримѣръ, на рис. 407), принадлежать непременно къ изображеннымъ на нихъ туманностямъ или находятся между ними и нами. Можетъ быть и совершенно наоборотъ. Туманности новыхъ звѣздъ такъ легки и прозрачны, что даже самыя маленькія звѣздочки могутъ быть видны сквозь нихъ безъ замѣтнаго ослабленія блеска.

Уже одинъ тотъ фактъ, что истинныя туманности, несмотря на слабость своего свѣченія, обнаруживающаго исключительно линейный спектръ, все-таки видимы для насъ, указываетъ, что онѣ не такъ далеки отъ насъ, какъ самыя мелкія звѣздочки нашего неба.

Является ли описанное нами временное вспыхиваніе звѣзды, съ диссоціаціей на гелій, небулезій и водородъ, ея естественнымъ концомъ, или это ея случайная гибель, происшедшая оттого, что она влетѣла въ междוזвѣздное облако или столкнулась съ другой звѣздой? Происходитъ ли ея распадъ на первичные газы всегда цѣликомъ, или диссоциируются на ней лишь одни поверхностные слои?

Встрѣча съ космическимъ облакомъ кажется, при первомъ, поверхностномъ взглядѣ, наиболѣе естественной причиной. Но подобному объясненію взрыва противорѣчитъ то обстоятельство, что космическія междוזвѣздныя облака должны быть во много разъ разрѣженнѣе даже кометныхъ хвостовъ и едва ли способны привести къ диссоціаціи влетѣвшія въ нихъ свѣтила. Здѣсь должны играть главную роль законы общей эволюціи свѣтилъ, обуславливающіе, какъ ихъ возникновеніе, такъ и неизбѣжный конецъ. А то обстоятельство, что загораться и распадаться на гелій, водородъ, небулезій (и, вѣроятно, еще на цѣлый рядъ первичныхъ невидимыхъ газовъ) способны не одни потухшія для нашего глаза свѣтила, но и нѣкоторыя еще лучезарныя, показываетъ, что и для звѣзды конецъ можетъ въ рѣдкихъ случаяхъ приходить и ранѣе, чѣмъ она прошла весь циклъ своего развитія. Этимъ небесное свѣтило какъ бы уподобляется органическому индивиду, тоже не всегда доживающему до своего предѣльнаго возраста.



Рожденіе и смерть міровъ. Франц. виньетка XIX вѣка.

Библіографія къ теоретической части отдѣла „Мертвая природа“.

Главнѣйшія произведенія научной и научно-популярной литературы на русскомъ языкѣ о неорганической природѣ.

Составилъ Н. Рубакинъ.

Этотъ „Списокъ“ отнюдь не претендуетъ на полноту. Изъ довольно богатой, въ настоящее время, русской научно-популярной и научной литературы мы вводимъ въ него лишь нѣкоторыя, по нашему мнѣнію, заслуживающія особеннаго вниманія книги, при помощи которыхъ любознательный читатель, интересующійся современными успѣхами науки, имѣетъ возможность расширить и углубить свои научныя знанія. Правда, какъ это всегда бываетъ, о всякой книгѣ, введенной или не введенной въ списокъ, можетъ идти споръ, слѣдовало или не слѣдовало вводить ее, или же не вводить. Вопросъ этотъ всегда рѣшается болѣе или менѣе субъективно. Въ нашъ списокъ мы не сочли нужнымъ вводить книги, предназначенныхъ читателямъ съ начальной подготовкой, а также начальныхъ руководствъ, служащихъ для перваго знакомства съ науками о неорганической природѣ. Изъ существующихъ на рус. языкѣ руководствъ по физикѣ, химіи, геологіи и астрономіи мы ввели въ списокъ лишь очень немногія, а именно такія, въ которыхъ удѣляется не мало мѣста философской сторонѣ науки. Главное вниманіе мы обратили, при составленіи нашего „Списка“, на книги новѣйшія, стоящія на уровнѣ современныхъ знаній. Изъ книгъ, прежде вышедшихъ, мы ввели въ списокъ, главнымъ образомъ, книги классическія, и то лишь немногія, имѣющія первостепенный историческій интересъ. Читателей, желающихъ болѣе подробно познакомиться съ современной русской научной литературой по физикѣ, химіи, астрономіи и геологіи, позволяемъ себѣ отослать къ нашимъ другимъ работамъ, и прежде всего къ II тому 2-го изданія „Среди книгъ“, гдѣ мы даемъ детальный обзоръ русской научной и научно-популярной литературы по даннымъ отраслямъ знанія. Краткія же характеристики лучшихъ русскихъ книгъ по всѣмъ главнѣйшимъ отраслямъ естествознанія даны нами въ приложеніи ко 2-му изданію извѣстнаго труда Э. Реклю „Земля“, изд. К. И. Тихомирова.

Н. Рубакинъ.

Мертвая природа.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ (теоретическая).

I. Механические процессы ¹⁾.

(Молекулы, эфир и электроны).

A. Общія введенія въ изученіе физическихъ явленій.

1. Ветгэмъ, проф. Современное развитіе физики. Пер. съ англ. Изд. подъ ред. прив.-доц. Б. П. Вейнберга и А. Р. Орбинскаго, съ прилож. рѣчи перваго министра Англіи (1902—05) А. Дж. Бальфура „Нѣсколько мыслей о новой теоріи вещества“. Изд. „Матезисъ“. Одесса. 908 г. Ц. 2 р.

Книга содержитъ слѣдующія популярно и отчетливо написанныя статьи: О новой теоріи вещества. Философскія основы физики. Сжиженіе газовъ и абсолютный нуль температуры. Плавленіе и застываніе. Задачи растворовъ. Прохожденіе электричества сквозь газы. Радиоактивность. Атомы и эфиръ. Астрофизика.

2. Джибсонъ, Ч. Современныя научныя теоріи. Общедоступное описаніе природы, матеріи, электричества, свѣта, теплоты, и т. д. Пер. съ англ. Н. Суворова. Спб. 910 г. Ц. 75 к.

Одна изъ самыхъ популярныхъ книжекъ, излагающихъ новѣйшія теоріи.

3. Лакуръ, П. и Аппель, Я. Историческая физика. 2 т. Одесса. Изд. „Матезисъ“. Ц. за 2 т. 5 р. 50 к.

Лучшая книга по общей исторіи физики на рус. языкѣ. Авторы не только знакомятъ съ современнымъ состояніемъ науки, но и рисуютъ историческое развитіе ея и значеніе ея для современной жизни. Въ книгѣ масса иллюстрацій. Изд. роскошное.

4. Лоренцъ, Г. А., проф. Курсъ физики. Пер. подъ ред. проф. Н. П. Кастерина. 2 т. Одесса. 909 г. Изд. „Матезисъ“. Т. I—2 р. 75 к., т. II—3 р. 75 к.

Одно изъ лучшихъ руководствъ по физикѣ, стоящее на высотѣ совр. науки. Изложеніе отличается замѣчательной ясностью. Главное вниманіе автора направлено въ сторону теоретическаго выясненія явленій.

5. Основные вопросы физики въ элементарномъ изложеніи. Сборн. статей, составл. кружкомъ преподавателей средней и высшей школы. Книга I съ 178 рис. и 3 портретами. (Книги для современной школы.) Изд. т-ва И. Д. Сытина. М. 908 г. 2 р. Книга II. М. 909 г. 1 р. 75 к.

6. Успѣхи физики. Сборникъ статей о важнѣйшихъ открытіяхъ послѣднихъ лѣтъ, въ общедоступномъ изложеніи. Изд. „Матезисъ“. Вып. I. Одесса. 907 г. Ц. 75 к. Вып. II. Одесса. 911 г. Ц. 1 р. 20 к.

7. Хвольсонъ, О. Можно ли прилагать законы физики ко Вселенной. Изд. „Физика“. Спб. 910 г. Ц. 25 к.

8. — Курсъ физики. 4 т. Изд. 2-е, испр. и доп. К. Риккера. Спб. 904 г. Ц. 20 р.

Самый обширный и капитальный курсъ физики на рус. языкѣ, принадлежащій перу талантливаго русскаго ученаго и стоящій на уровнѣ современныхъ знаній. Требуется знакомства съ высшей математикой.

¹⁾ Изъ новыхъ руководствъ по физикѣ достойны вниманія курсы Терешина, Умова, Варбурга, Розенбома.

9. Хвольсонъ, О. Краткій курсъ физики для медиковъ, естественниковъ и техникумовъ. Изд. К. Риккера. Спб. 934 г. 3 ч. по 2 р. 50 к.

„Нѣчто среднее между предыдущимъ курсомъ (№ 9) и элементарными учебниками физики“. Не требуетъ знакомства съ высшей математикой. Одно изъ лучшихъ оригинальныхъ русскіхъ руководствъ по физикѣ.

10. Ауэрбахъ, Ф. Царица міра и ея тѣнь. Общедоступное изложеніе основаній ученія объ энергіи и энтропії. Пер. съ нѣм. Изд. 3-е „Матезисъ“. Од. 909 г. Ц. 40 к.

Авторъ очень популярно и живо знакомитъ читателя съ принципами сохраненія энергіи въ связи съ исторіей мірозданія и эволюціей міровъ, въ процессъ которой „количество энергіи остается неизмѣннымъ, но качество ея понижается, экстенсивность энергіи возрастаетъ, интенсивность ея уменьшается“ (принципъ возрастанія энтропії въ природѣ).

11. — Энтропизмъ или физическая теорія жизни. Пер. съ нѣм. I. Бикермана. Изд. „Образъ“. Спб. 911 г. Ц. 60 к.

Опытъ приложенія современныхъ теоретическихъ научныхъ построекъ къ пониманію жизни вообще. Очень интересная, оригинальная книжка, чрезвычайно живо изложенная.

12. Блондло, Р. Введеніе въ изученіе термодинамики. Пер. Г. Семенова. Изд. В. Знаменскій и К^о. М. 911 г.

Очень ясное и, вмѣстѣ съ тѣмъ, краткое изложеніе основныхъ принциповъ ученія о соотношеніи между механическими и тепловыми явленіями. (Принципъ эквивалентности теплоты и работы и принципъ Карно.) Изложеніе каждаго изъ этихъ принциповъ заключаетъ въ себѣ „его полное изученіе, опытное доказательство и математическое выраженіе“. Въ заключеніе авторъ показываетъ, какъ эти два принципа примѣняются къ нѣкоторымъ явленіямъ и къ дѣйствіямъ тепловыхъ машинъ. Последняя глава трактуетъ объ энергіи, при чемъ авторъ очень наглядно и просто доказываетъ, что „количество энергіи постоянно, и что этому есть физическое основаніе“.

13. Варбургъ, В. О кинетической теоріи газовъ. Изд. „Палласъ“. М. 903 г.

Очень отчетливое изложеніе теоріи въ связи съ ученіемъ о іонахъ и электронахъ.

14. Вейнбергъ, Б. Работа и энергія. Спб. 99 г. Ц. 35 к.

Анализъ этихъ двухъ понятій. Различные виды энергіи. Законъ ея сохраненія и разсѣянйя. Популярное изложеніе.

15. — Снѣгъ, иней, градъ, ледъ и ледники. Изд. „Матезисъ“. Одесса 909 г. Ц. 1 р.

Очень интересная книжка, основанная на самостоятельныхъ изслѣдованіяхъ и посвященная выясненію еще мало изслѣдованныхъ свойствъ воды въ ея различныхъ состояніяхъ.

16. Гельмгольцъ, Г. Два изслѣдованія по гидродинамикѣ. I. О вихревомъ движеніи. II. О прерывномъ движеніи. Пер. подъ ред. С. Чаплыгина. М. 912 г. Ц. 60 к.

Брошюра требуетъ знакомства съ высшей математикой.

17. — Популярныя рѣчи. Пер. подъ ред. С. Терешина. 2 ч. Изд. К. Риккера. Спб. Ц. 2 р.

18. Гротъ, П. Физическая кристаллографія и введеніе къ изученію кристаллич. свойствъ и важнѣйшихъ соединений. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. Ф. Левинсона-Лессинга. Изд. К. Риккера. Спб. 97 г. Ц. 10 р.

Капитальный трудъ, въ которомъ читатель найдетъ много свѣдѣній по физикѣ частицъ.

19. De-Heen, проф. Матерія, ея зарожденіе, жизнь и конецъ. Пер. съ франц. Р. Хариной, подъ ред. д-ра Б. Брониславскаго. Спб. 910 г. Ц. 80 к.

Хаотическое или супраматеріальное состояніе. Газообразное, жидкое и твердое состоянія матеріи. Ея разрушеніе и конецъ. Представленіе о массѣ и Ньютоновомъ протяженіи.

Очень интересная книжка нѣвѣстнаго бельгійскаго ученаго, полная оригинальныхъ блестящихъ идей о строеніи матеріи и ея состояніяхъ.

20. Клаузіусъ, Р. О запасахъ энергіи въ природѣ. Спб. 87 г. Ц. 1 р. 25 к.

Классическая работа, имѣющая большое историческое значеніе.

21. Крапивинъ, С. Энергія и ея превращенія. М. 905 г. Изд. И. Сытина. Ц. 1 р. 10 к.

Превосходная популяризація ученія объ энергіи.

22. Максвеллъ. Теорія теплоты. Кіевъ. 88 г. Ц. 2 р. 25 к.

Капитальная работа знаменитаго англійскаго физика. Переводъ сдѣланъ со стараго изданія и неудовлетворителенъ.

23. Махъ, Э. Принципъ сохраненія работы. Исторія и корень его. Пер. Г. Котляра. Спб. 909 г. Ц. 40 к.

24. Морэнъ. Физическія состоянія вещества. Изд. „Матезисъ“. Одесса. 912 г. (печат.).

25. Новая идеи въ физикѣ. Изд. подъ ред. И. Боргмана. I. Строеніе вещества. Ж. Перренъ. Броуновское движеніе и молекулы. Э. Роттерфордъ. Совр.

состояние атомистической теории в физике. И. Боргманъ. Возникновение электронной теории вещества. Д. Томсонъ. Распределение корпускул в атоме. Изд. „Образ.“. Спб. 911 г. Ц. 60 к.

26. Оствальдъ, В. Энергия и ее превращения. Изд. К. Риккера. Спб. Ц. 50 к.

27. Планкъ, М. Теоретическая физика. Восемь лекций, чит. в Колумб. университете. Пер. с нѣм. И. Занчевскаго. Изд. „Образ.“. Спб. 911 г. Ц. 70 к.

Обратимость и необратимость.—Атомистич. теория вещества.—Лучистая теплота.—Электродинамическая теория.—Статическая теория.—Общая динамика.—Принцип наименьшаго действия.—Принцип относительности.

28. Пуанкаре, А. Л. Эволюция современной физики. Сь франц. пер. I. Фальденберга. Изд. т-ва „Знаиѣ“. Спб. 910 г. Ц. 1 р. 20 к.

Эволюция физики.—Изобретения.—Основные начала.—Различные состояния материи.—Растворы и электрическая диссоциация.—Эфир.—Глава изъ истории наукъ. (Телеграфирование безъ проводовъ).—Проводимость газовъ, ионы.—Катодные лучи.—Радиоактивные тѣла.—Эфиръ и материя.—Будущее физики.

Цѣль автора—разсказать возможно болѣе точно объ общихъ результатахъ, достигнутыхъ за послѣднее время въ области физики, опредѣлить смыслъ и степень важности, которая слѣдуетъ представить изысканіямъ о строеніи матеріи и тѣмъ спорамъ объ основныхъ началахъ, мода на которыя столь развилась въ наше время. Особенно же авторъ стремился показать, „какъ создались господствующія въ настоящее время идеи, для чего и разсматриваетъ ихъ развитіе и тѣ послѣдовательныя превращенія, которыя привели ихъ къ современному состоянію“.

29. Рившошъ, О. А. Сжатый и жидкій воздухъ. Изд. „Прогрессъ“. Спб. 907 г. Ц. 80 к.

30. Столѣтовъ, А. Очеркъ развитія нашихъ свѣдѣній о газахъ. Рѣчь. М. 79 г. (распрод.).

Превосходная книжка, дающая отчетливое представленіе о данномъ вопросѣ и до сихъ поръ еще не замѣненная никакой.

31. Тиндаль, Д. Теплота, разсматриваемая, какъ родъ движенія. Пер. А. Шимкова. Изд. 2-е. М. 89 г. Ц. 2 р. (изданіе распродано).

Классическій трудъ, изложенный съ замѣчательной популярностью, изящно и научно и дающій очень ясное представленіе о механической теоріи теплоты. Хотя въ нѣкоторыхъ своихъ частяхъ книга устарѣла (напр., авторъ недостаточно разграничиваетъ понятія „энергіи“ и „силы“), но тѣмъ не менѣе незаменима до сихъ поръ.

32. Томсонъ, В. (Лордъ Кельвинъ). Строеніе матеріи. Попул. лекціи и рѣчи. Пер. подъ ред. проф. И. Боргмана. Изд. Л. Пантелѣева. Спб. 95 г. Ц. 2 р. 50 к.

Капитальный трудъ знаменитаго физика. Одно изъ лучшихъ произведеній по данному вопросу, существующихъ на русск. языкѣ. Переводъ неудовлетворителенъ.

33. Тэтъ, П. Теплота. Пер. подъ ред. Усова. Изд. Л. Пантелѣева. Спб. 88 г. Ц. 3 р.

Капитальный трудъ выдающагося ученаго, не потерявшій до сихъ поръ своего научнаго значенія.

34. Фурнье-Дальбъ. Два новыхъ міра. (Инфра-міръ. Супра-міръ.) Пер. сь англ. Изд. „Матезисъ“. Одесса. 911 г. Ц. 80 к.

35. Хвольсонъ, О. Ученіе объ энергіи и энтропії въ элементарномъ изложеніи. Изд. „Природа и Школа“. 909 г. Ц. 30 к.

Одно изъ лучшихъ краткихъ изложеній ученія объ энергіи согласно съ новѣйшими успѣхами науки.

В. Эфиръ и лучистая энергія. Волны свѣта и звука.

36. Брянский, Н. А. Волны въ безграничномъ океанѣ эфира. Попул. излож. Изд. „Библ. Самообраз.“. Брокгаузъ-Ефронъ. Спб. 906 г.

Цѣль книжки—изложить въ возможно сжатой и популярной формѣ всѣ тѣ важнѣйшіе факты, которые могли бы, въ общихъ чертахъ, уяснить неподготовленному читателю связь между явленіями свѣта и электричества, а также изложить основныя свойства колебательно-волнообразнаго движенія. Попул. изложены принципы устройства безпроводнаго телеграфа и телефона, какъ непосредственнаго практическаго примѣненія тѣхъ электромагнитныхъ колебаній, которыя установили связь между свѣтомъ и электричествомъ.

37. Зеemannъ, П. Происхожденіе свѣтовъ спектра. Сь прилож. статьи В. Ритца: „Линейные спектры и строеніе атомовъ“. Изд. „Матезисъ“. Одесса. Ц. 30 к.

38. Лоджъ, О. Міровой эфиръ. Пер. сь англ. подъ ред. Хмырова. Одесса. 911 г. Ц. 80 к.

Одна изъ самыхъ интересныхъ статей объ эфирѣ и его современномъ пониманіи.

39. Локьеръ, Н. Спектроскопъ и его примѣненіе. Пер. С. Г. Займовскаго, подъ ред. и сь доп. оч. „О новѣйшемъ развитіи спектральныхъ изслѣдованій“ проф. В. А. Михельсона. Сь рис. Изд. „Библ. Самообраз.“. М. 901 г. Ц. 1 р. 75 к.

Книга знаменитаго вилльскаго ученаго, написанная довольно популярно, представляетъ изъ себя превосходное введеніе въ ученіе не только о спектроскопії, но и о происхожденіи химич. элементовъ.

40. Майкельсонъ, А. Свѣтовые волны и ихъ примѣненіе. Пер. сь англ. В. Хвольсона. Изд. „Матезисъ“. Одесса. 912 г. Ц. 1 р. 50 к.

41. Новая идея въ физикѣ. № 2. Эфиръ и матерія. Изд. „Образ.“. Спб. 912 г. Ц. 50 к.

И. Ленардъ. Эфиръ и матерія.—Д. Томсонъ. Взаимоотношеніе между матеріей и эфиромъ.—Фадлеръ, Л. Опредѣленіе отношеній массы къ вѣсу въ случаѣ радиоактивнаго вещества.—Н. Кэмпбелль. Эфиръ.—М. Планкъ. Положеніе новѣйшей физики по отношенію къ механическому міровоззрѣнію.

42. — Изд. подъ ред. И. Боргмана. № 4. Лучистая энергія. Изд. „Образ.“. Спб. 912 г. (печ.).

43. Тиндаль, Д. Звукъ. Пер. М. Антоновича. Изд. „Знаиѣ“. Спб. 901 г. Ц. 1 р. 50 к. Луковникова. Спб. Ц. 1 р. 25 к.

Книга до сихъ поръ остается для русск. читателей наиболѣе полнымъ трактатомъ о звуковыхъ явленіяхъ и отличается тѣмъ же блестящимъ изложеніемъ, какъ и другія произведенія того же автора.

44. Томсонъ, Дж. Дж. Взаимоотношеніе между матеріей и эфиромъ по новѣйшимъ изслѣдованіямъ въ области электричества. Пер. подъ ред. И. И. Боргмана. Изд. т-ва „Естествоиспытатель“. Спб. 909 г. Ц. 20 к.

45. — Матерія, энергія и эфиръ. Изд. „Физика“. Спб. 911 г. Ц. 40 к.

46. Томсонъ, С. Свѣтъ видимый и невидимый. Рядъ лекцій. Пер. В. Чепинскаго. Изд. Ф. Павленкова. Спб. 900 г. Ц. 60 к.

Свѣтъ и тѣни.—Видимый спектръ и глазъ.—Поляризація свѣта.—Невидимый спектръ (ультрафіолетовый и ультра-красный).—Рентгеновскіе лучи.

Лекцій знаменитаго физика, превосходно излагающія новое ученіе о свѣтѣ. Авторъ кладетъ въ основу своего изложенія электромагнитную теорію свѣта, которую и иллюстрируетъ интересными опытами. Главная цѣль автора—объяснить оптическія явленія при помощи метода волнъ и связать распространеніе свѣтовыхъ волнъ съ электрическими или электромагнитными.

47. — Добываніе свѣта. Пер. сь англ. Сь 28 рис. Изд. „Матезисъ“. Одесса. 909 г. Ц. 50 к.

Общепонятное изложеніе современнаго состоянія вопроса объ искусствственномъ освѣщеніи, о видахъ на дальнѣйшее развитіе его, о стоимости его и проч.

48. Эдзеръ, Э. Ученіе о свѣтѣ. Пер. сь англ. Н. Маракуева. М. 906 г. Ц. 4 р.

Лучшее изъ элементарныхъ руководствъ по геометрической и физической оптикѣ, требующее знакомства съ математикой. Максвелловой электромагнитной теоріи свѣта авторъ не касается.

С. Электричество и его теорія. Электроны и ионы. X-лучи Рентгена. Радій и радиоактивность.

49. Боргманъ, И. Основныя ученія объ электрическихъ и магнитическихъ явленіяхъ. 2 т. Спб. 97—900 гг. Ц. 6 р.

Два капитальныхъ и оригинальныхъ труда, до сихъ поръ занимающіе одно изъ самыхъ почетныхъ мѣстъ въ русской литературѣ.

50. Гейтлеръ, I. Электромагнитныя колебанія и волны. Пер. сь нѣм. подъ ред. Б. Швецова. Изд. „Совр. Пробл.“. М. 911 г. Ц. 1 р. 25 к.

51. Гельмгольцъ, Г. Современ. развитіе Фарадеевскихъ воззрѣній на электричество. Пер. В. Тюрина. Изд. Сойкина. Спб. Ц. 30 к.

52. Гезехусъ, Н. Основы электричества и магнетизма. 2-е изд. Спб. 907 г. Солидный, оригинальный трудъ русскаго ученаго. Разсчитанъ на читателей сь образованіемъ выше средняго.

53. Герцъ, Г. Электрическая сила. Изд. „Нов. Об.“. Спб. 94 г. Ц. 40 к.

54. — Обь отношеніи между свѣтомъ и электричествомъ. Чтеніе на 62 съѣздѣ нѣмецкихъ естествоиспытателей и врачей въ Гейдельбергѣ. Пер. сь 5 иѣм. изданія Н. С. Дрентельна. Изд. К. Риккера. Спб. 90 г. Ц. 50 к.

Отчетъ знаменитаго ученаго о сдѣланномъ имъ замѣчательномъ открытіи.

55. Грець, Л. Электричество и его примѣненіе. Книга для изученія и чтенія. Пер. В. Гершуна и Лебединскаго. Изд. Щепанскаго. Спб. 905 г. Ц. 3 р. 50 к.

56. — Краткій курсъ электричества. Пер. сь нѣм. В. Филиппова. Изд. О. Поповой. Спб. 904 г. Ц. 80 к.

Авторъ владетъ въ основу своей небольшой популярной книжки ученіе объ электрическихъ токахъ, а электрическія явленія разсматриваетъ, какъ явленія движенія или состоянія эфира. Теоретическія свѣдѣнія сообщаются параллельно съ описаніями ихъ примѣненія.

57. Джудъ, Р. Электричество и магнетизмъ. Элементарное руководство къ изученію электрическихъ и магнитныхъ явленій. Пер. сь англ. К. Гудевичъ. М. 908 г. Изд. т-ва И. Д. Сытина. Ц. 1 р.

58. Каблуков, И. Новѣйшія теоріи строенія атомовъ. 2-е изд. М. 908 г. Цѣна 30 коп.
Популярное изложеніе ученія объ электронахъ и о лучахъ радія. Доступно читателю съ образованіемъ выше средняго.
59. Клодъ, Ж. и Оствальдъ, В. Электричество и его примѣненія. Въ общедоступномъ изложеніи. Пер. Т. П. Кравецъ. Ред. и обработ. А. А. Эйхенвальда. Изд. „Космосъ“. М. 909 г. Ц. 5 р.
Книга эта представляетъ чрезвычайно живое, популярное и вмѣстѣ съ тѣмъ научное изложеніе современнаго ученія объ электричествѣ. Переводъ сдѣланъ съ немецкой переработки книги Клода, исполненной В. Оствальдомъ (сыномъ знаменитаго ученаго). Книга представляетъ особенный интересъ для начинающаго читателя.
60. Кольбе, Б. Введеніе въ ученіе объ электричествѣ. I. Статическое электричество. Изд. К. Риккера. Спб. 904 г. Ц. 1 р. 20 к. II. Динамическое электричество. Спб. 906 г. Ц. 1 р. 40 к.
Прекрасная популярная книжка, богатая описаніями оригинальныхъ опытовъ автора.
61. Лоренцъ, Г. Видимыя и невидимыя движенія. Лекціи. Пер. С. Шпенцера, подъ ред. Б. Вейнберга. Изд. Е. Распопова. Спб. 904 г. Ц. 50 к.
Прямолінейныя и криволинейныя колебательныя движенія.—Свѣтовые луча и колебанія.—Молекулярныя движенія.—Электрическія явленія.—Сохраненіе энергіи.
Авторъ этой книжки, извѣстный физикъ и математикъ, какъ бы подводитъ итоги механическаго воззрѣнія на сущность физическихъ явленій и излагаетъ, съ этой точки зрѣнія, какъ тѣ области физики, гдѣ роль движенія является несомнѣнной (свѣтовые колебанія, молекулярныя движенія), такъ и тѣ, гдѣ механистическое объясненіе еще не вполне достовѣрно, какъ, напр., явленія электрическаго. Эти послѣднія авторъ излагаетъ съ точки зрѣнія теоріи электроновъ, однимъ изъ творцовъ которой онъ самъ является, относясь къ ней, впрочемъ, очень осторожно.
62. — Электронная теорія. Пер. съ нѣм. Р. А. Котляра. Спб. 910 г. Изд. „Образов.“. Ц. 40 к.
63. Максвелль, Д. Электричество въ элементарной обработкѣ. Пер. подъ ред. проф. А. Венариуса. Спб. Ц. 1 р. 50 к.
Капитальный трудъ знаменитаго ученаго, нѣсколько устарѣвшій. Есть новое англійское изданіе.
64. — Рѣчи и статьи. Пер. Н. Н. Маракуева. М. 901 г. Ц. 80 к.
О дѣйствіи на разстояніи.—Молекулы.—Атомъ.—Притяженіе.—Эфиръ.
Рядъ глубоко интересныхъ статей, полныхъ оригинальныхъ и остроумныхъ взглядовъ.
65. Рамзай, проф. Благородные и радиоактивные газы. Изд. „Матезисъ“. Одесса. 909 г. Ц. 25 к.
Исторія сдѣланныхъ Рамзайемъ же открытій аргона, гелія, криптона, неона, ксенона и т. назъ эманаций. Брошюра имѣетъ большой историческій интересъ.
66. Рентгенъ. Новый родъ лучей. Пер. подъ ред. проф. И. И. Боргмана. 2-е изд. (безъ измѣненій). Спб. 96 г. Ц. 30 к.
Первый докладъ знаменитаго ученаго о его замѣчательномъ открытіи. Имѣетъ большой историческій интересъ.
67. Риги, А., проф. Электрическая природа матеріи. Пер. съ итал. Изд. 2-е „Матезисъ“. Одесса. 910 г. Ц. 30 к.
Конспективный обзоръ новѣйшихъ открытій и теорій о природѣ матеріи. О томъ же болѣе подробно см. № 69. Цѣль автора — изложить въ доступной формѣ теорію электроновъ и показать, какъ идея о нихъ возникла изъ гипотезы объ іонахъ.
68. — Кометы и электроны. Пер. подъ ред. проф. А. Иванова. Изд. „Физика“. Спб. 912 г. Ц. 45 к.
69. — Современная теорія физическихъ явленій (радиоактивность, іоны, электроны). Изд. „Матезисъ“. Одесса. 907 г. Ц. 1 р.
Авторъ послѣдовательно и систематически излагаетъ, какъ важнѣйшіе факты, приведшіе къ электронной теоріи, такъ и самую теорію (въ основн. общихъ чертахъ). Книга Риги — одна изъ лучшихъ книгъ для знакомства съ электронной теоріей.
70. Склодовская-Кюри, М. Радій и радиоактивность. Пер. съ франц. А. Бачинскаго. Изд. кн-ва „Творч. Мысль“. М. 905 г. Ц. 1 р.
Очень интересная, цѣнная книжка, содержащая не только изложеніе результатовъ научныхъ изслѣдованій радія, но и разсказъ о самомъ открытіи его и его свойствъ, сдѣланномъ авторомъ.
71. Слаби, А., проф. Резонансъ и затуханіе электрическихъ волнъ. Пер. съ нѣм. Одесса. Изд. „Матезисъ“. 909 г. Ц. 40 к.
Въ брошюрѣ идетъ рѣчь о беспроволочномъ телеграфированіи.
72. Содди, Ф. Радій и его разгадка. Пер. съ англ. Д. Хмырова. Изд. „Матезисъ“. Одесса. 910 г. Ц. 1 р. 25 к.
73. — Радій. Общедоступныя лекціи о природѣ радія, чит. въ университетѣ въ Глазго въ 1908 г. Пер. въ англ. Н. Шимовъ. Изд. „Космосъ“. М. 910 г. Ц. 1 р. 25 к.
Прекрасная книга знаменитаго изслѣдователя радія, подводющая конечные итоги его открытію и излагающая исторію этого послѣдняго со всѣми, сначала неудачными, опытами, и доказывающая, что открытіе радія лишь дополняетъ, но отнюдь не разрушаетъ современнаго научнаго міросозерцанія. Особенный интересъ придаетъ книгѣ широкая и глубокая философская постановка вопроса о радіи, приданная авторомъ.

74. Содди, Ф. Радиоактивность. Элементарное изложеніе съ точки зрѣнія теоріи распада атомовъ. Пер. съ англ. Спб. 905 г. Ц. 2 р.
Рядъ популярныхъ лекцій извѣстнаго ученаго, чит. въ 1904 г. и изложенныхъ безъ содѣйствія математики.
75. Томсонъ, Дж. Дж. Электричество и матерія. Пер. съ англ. Е. Н. Флориной. Подъ ред. проф. В. Ф. Миткевича и М. М. Богословскаго. Спб. 909 г. Съ рис. Ц. 1 р. 50 к.
76. — Начала математической теоріи электричества и магнетизма. Пер. подъ ред. и съ добавл. проф. А. Садовскаго. Изд. К. Риккера. Спб. 901 г. Ц. 3 р. 50 к.
77. Томсонъ, С. Электро-магнитъ. Спб. 92 г. Ц. 4 р.
78. — Элементарные уроки по электричеству и магнетизму. Пер. Н. Маракуева. Изд. Кушнерева, М. 912 г. Ц. 3 р.
Капитальные работы знаменитаго англійскаго физика, однѣ изъ лучшихъ книгъ по электричеству.
79. — Корпускулярная теорія вещества. Спб. 908 г. Ц. 1 р. 20 к.
80. Эйхенвальдъ, А. Электричество. Курсъ лекцій. М. 911 г. Ц. 5 р.
Капитальный трудъ русскаго ученаго, наиболѣе полное и новое изложеніе современныхъ теорій. Превосходное изложеніе. Требуется знакомства съ высшей математикой.

II. Химическіе процессы.

81. Аррениусъ, С. Теорія химіи. Пер. съ нѣм. Д. Д. Гарднера. Изд. К. Риккера. Спб. 907 г. Ц. 1 р. 50 к.
Прекрасная популярная и вмѣстѣ съ тѣмъ оригинальная, строго научная книжка, знакомящая съ новѣйшими теоріями химіи.
82. Бекетовъ, Н. Динамическая сторона химическихъ явленій. Харьк. 65 г. Ц. 40 к.
83. — Рѣчи химика. Общедоступн. лекціи, статьи, рѣчи и доклады изъ области химіи и физики. 1862 — 1903 гг. Изд. т-ва „Знаніе“. Спб. 908 г. Цѣна 60 коп.
Развитіе и современное состояніе свѣтописи.—Чѣмъ мы грѣемся зимою.—О трудахъ Ломоносова по физикѣ.—Динамическая сторона химич. явленій.—О желѣзѣ.—Избирательное химич. средство.—Основныя начала термохиміи.—Химич. энергія въ природѣ.—Атмосфера земли во времени.—О значеніи періодической системы Д. Менделѣева.—Наука и нравственность.—Воспоминанія химика о прожитомъ наукою въ XIX ст.
Рядъ популярныхъ статей выдающагося русскаго ученаго, занимающаго одно изъ почетныхъ мѣстъ не только въ русской наукѣ.
84. Веттгеръ, В. Качественный анализъ въ изложеніи съ точки зрѣнія ученія о іонахъ. Пер. инж. М. Г. Яшевича. Съ пред. проф. Л. В. Писаржевскаго. Таблицы качественного анализа. Киевъ. 909 г. Ц. 3 р.
85. Бруни, К. Твердые растворы. Пер. съ итал. Изд. кн-ва „Матезисъ“. Одесса. 909 г. Ц. 25 к.
86. Вантъ-Гоффъ, І. Зависимости между физическими и химическими свойствами и составомъ. Спб. 903 г. Ц. 1 р. 20 к.
87. — Расположеніе атомовъ въ пространствѣ. Пер. Б. Беркенгейма, подъ ред. проф. Н. Зелинскаго. Изд. студ. Моск. Унив. М. 911 г. Ц. 1 р. 40 к.
Одна изъ классическихъ работъ знаменитаго химика, съ замѣчательной ясностью и убѣдительною излагающая основныя принципы стереохиміи, сначала на примѣрѣ соединенія углерода, затѣмъ и другихъ элементовъ.
88. — Химическое равновѣсіе въ системахъ газовъ и разведенныхъ растворахъ. Пер. съ франц. подъ ред. А. Шукарева. М. 902 г.
Одна изъ главныхъ работъ знаменитаго химика, положившая основаніе новой и теперь всѣми почти признанной теоріи растворовъ. Въ ней авторъ въ первый разъ устанавливаетъ аналогію между растворами и газами и даетъ знаменитую теорію осмотическаго давленія и полупроницаемыхъ перегородокъ, а затѣмъ прилагаетъ оба эти понятія къ построенію, или, лучше сказать, исправленію теоріи равновѣсія растворенныхъ тѣлъ.
89. Вюрцъ, А. Исторія химич. доктринъ. Пер. подъ ред. Бутлерова. Спб. 69 г. Цѣна 1 рубль.
До сихъ поръ не потерявшая значенія книга знаменитаго французскаго химика по исторіи химіи.
90. Гарретъ, М. Періодическій законъ. Пер. съ англ. И. Жукова, съ пред. проф. Л. Чугаева. Изд. „Образъ“. Спб. 912 г.

91. Джонс, Г. Основы физической химии. Пер. проф. Е. Бирона, И. Жукова, проф. Сапожникова. Изд. А. Субботина. Спб. 911 г. Ц. 5 р. 75 к.

Атомы и молекулы.—Газы.—Жидкости.—Твердые тела.—Растворы.—Термохимия.—Электрoхимия.—Фотохимия.—Химич. динамика и равновесие.—Изменение химической активности.

Капитальный труд. Цель автора—дать элементарное изложение всей области физич. химии студентам университетов и колледжей. Книга требует знакомства с высшей математикой и физикой. Каждой главе предшествуют исторические данные.

92. Каблуков, И., проф. Новейшая теория строения атомов. М. 908 г. Изд. 2-е, испр. и доп. Ц. 30 к.

93. Крукс, В. Новейшие взгляды на вещество. Речи. Пер. А. Настюкова. Спб. 903 г.

94. — О происхождении химических элементов. Речь. Пер. А. Генерозова, под ред. проф. М. Коновалова. („Библ. самообр.“) М. 902 г. Ц. 50 к.

Знаменитый автор в популярной форме трактует в этой книжке вопрос о происхождении химических элементов с точки зрения единства материи.

95. Лебон, Г. Эволюция материи. Пер. Б. Быковского. Изд. 2-е. Спб. 911 г. Ц. 1 р. 50 к.

Автор старается показать, что материя не вечна, что она имеет свою эволюцию, что она является из эира и имеет свою юность и старость, что „атомы—это резервуары когда-то не предполагавшейся энергии, превосходящей по своей величине все известные нам силы, и возможно, что эта-то его энергия и дает начало большинству этих сил (электричество и особенно солнечная энергия). Между всомым и невсомым мирами, когда-то считавшимися глубоко друг от друга отделенными, существует мир промежуточный“. Автор не только философ, но и лабораторный ученый, правда, очень склонный к нескольким поспешным выводам.

96. Мейер, Л. Основание теоретической химии. Пер. Н. Дрентельна. Изд. К. Риккера. Спб. 94 г. Ц. 2 р.

Книга принадлежит перу знаменитого немецкого химика, одного из творцов периодической системы элементов. До сих пор не утратив своего значения.

97. — История химии от древнейших времен до настоящих дней. Спб. 900 г. Ц. 4 р.

Одна из лучших книг по истории химии.

98. Менделеев, Д. Два лондонских чтения. Попытка приложения к химии одного из начал естественной философии Ньютона и периодическая законность химических элементов. Спб. 906 г. Ц. 25 к.

В основе брошюры лежит та мысль, что мировой эир можно рассматривать как легчайший и вместе с тем недействительнейший газ с наиболее быстро движущимися частицами и чрезвычайно малым весом. Лекции увлекательно написаны и богаты оригинальными, глубокими и смелыми идеями.

99. — Основы химии. Изд. 8-е, вновь испр. и доп. Спб. 905 г. Ц. 5 р.

Классический труд знаменитого русского ученого, представлявший из себя не только руководство к изучению наук, но и философский трактат о ней, оригинально и широко задуманный, прекрасно выполненный, построенный на идее периодичности химических и физических свойств элементов.

100. Меншуткин, Н. Очерк развития химических воззрений. Спб. 88 г. Ц. 2 рубля.

Одна из лучших русских оригинальных книг по истории химии. Автор—противник структурной теории.

101. Морозов, Н. В поисках философского камня. (Очерк по истории химии.) Спб. 909 г. Ц. 2 р.

Популярные, увлекательно написанные очерки по истории химии. Автор стремится показать, „как химия, за весь длинный период своего существования за исключением XIX в., ставила своей конечной целью трансформизм металлов и металлоидов и старалась установить законы их естественной эволюции из всенаполняющего мирового эира, а вместе с тем и дать способ, подражая природе, фактически превращать их друг в друга в наших земных лабораториях“.

102. — Д. И. Менделеев и значение его периодической системы для химии будущего. 2 публ. лекции. М. 907 г. Ц. 75 к.

Детство и молодость Менделеева.—История открытия им периодической системы химич. элементов.—Теоретич. выводы ее и перспективы, открываемые ею для химии будущего.—Другие крупные работы Менделеева.—Его семья и последние годы жизни.—Структуры атомов.

Биография знаменитого русского ученого, обрисованная на фоне исторического развития тех идей, которым он служил.

103. — Периодическая система строения вещества. Теория образования химических элементов. Изд. т-ва И. Д. Сытина. М. 907 г. Ц. 3 р.

Попытка дедуктивно вывести периодический закон на основании теории комбинации более простых составных частей, дающих начало химическим элементам (протогелия, протоводорода и гипотетического аркония).

104. Нернст, В. Теоретическая химия с точки зрения закона Авогардо и термодинамики. Пер. В. Бурдакова. Спб. 904 г. Ц. 4 р.

105. Оствальд, В. Введение в изучение химии. Пер. Н. А. Шиловой. Изд. „Космос“. М. 910 г. Ц. 1 р. 50 к.

В этой своей книге талантливый автор ставится на атомистическую точку зрения, но относится к ней отнюдь не догматически, а как к средству объяснения и истолкования химич. явлений. Автор отводит много места живым описаниям и старается на каждом шагу показать (что и делает с большим настроением и любовью к науке), „как из немногих и простых фактов, при тщательной разработке следствий, можно сделать глубокие и широкие выводы, которые, со своей стороны, вызывают экспериментальную проверку и новые наблюдения“. Этой педагогической цели автор и достигает. Книга эта представляет из себя превосходное практическое руководство к научному мышлению в области химических явлений, изложенное в элементарной форме, более доступной для начинающих, чем его же „Школа химии“, написанная в вопросах и ответах и далеко неудобосочиняемая.

106. — Эволюция основных проблем химии. Пер. М. И. Пролина, Е. В. Раковского и Е. М. Шпитальского, под ред. Е. И. Шпитальского. Изд. „Звено“. М. 909 г. Ц. 1 р. 25 к.

107. — Путеводная нить в химии. Семь общедоступных лекций по истории химии. Пер. А. Генерозова и Н. Ряховского. Под ред. проф. Н. Н. Худякова. М. 908 г. Ц. 1 р. 40 к.

108. — Принципы химии. Введение во все учебники химии. Пер. с нем. А. Генерозова и Н. Ряховского. М. 910 г. Ц. 2 р. 10 к.

Элементы.—Соединительные вса и атомы.—Закон газов и молекулярная гипотеза.—Измерения и строение.—Электрохимия.—Средство.—Химич. динамика.

Цель автора—„представить в сжатом виде процесс развития главнейших идей и понятий научной химии, конкретно и независимо от вышних случайностей“. На первый план автор выдвигает „последовательное образование и выяснение общих понятий, а не исследование отдельных фактов и не их практическое приложение“. Книга дает много материала по истории не только химии, но и общей истории наук. Изложение популярное и увлекательное.

109. — Основы физической химии. Пер. А. Коблянского, под ред. П. Веймарна. Изд. „Естествоиспытатель“. Спб. 911 г. Ц. 5 р.

110. — Основы неорганической химии. Пер. с нем. А. Генерозова. Сб. предисл. М. Коновалова. М. 902 г. Ц. 4 р.

111. — История электрохимии. Пер. с нем. Г. Котляра. Изд. „Образ.“ Спб. 911 г. Ц. 1 р. 25 к.

Книга эта может служить превосходным введением в понимание новых химических идей об электрической природе материи. Изложение блестящее и популярное.

112. — Основы коллоидной химии. Пер. под ред. проф. П. Веймарна. Изд. „Физика“. Спб. 911 г. Ц. 4 р. 50 к.

113. — Аналитическая химия. Пер. А. Комаровского. Изд. „Образ.“ Спб. 911 г. Ц. 1 р. 40 к.

Смелая и удачная попытка замкнуть прежнюю аналитическую химию новой наукой, построенной на общих началах физической химии и объясняющей все химич. превращения и операции законами последней. В основу книги положено учение о свободных ионах, и на аналитические реакции переносятся законы, существующие для обменного действия электролитов.

114. — Из истории химии. Пер. Г. А. Котляра. Спб. 909 г. Изд. „Образование“. Ц. 75 к.

115. Пастер, Л. Винная кислота и ее значение для изучения строения материи. Изд. Сойкина. Ц. 30 к.

Знаменитая работа Пастера, положившая начало учению о распределении атомов в пространстве и вообще стереохимическим теориям.

116. Рамзай, Б. Экспериментальные основания теоретической химии. Для начинающих. Пер. с англ. Постникова. М. 87 г. Ц. 75 к.

117. — Несколько мыслей по поводу периодической системы элементов. Пер. с нем. 904 г. Ц. 50 к.

118. — Новейшая химия. Пер. с англ. С. Северинова и Е. Меньшикова, под ред. и со ст. проф. Л. А. Чугаева. Изд. т-ва И. Д. Сытина. М. 910 г.

Книга эта, принадлежащая перу знаменитого английского химика, представляет из себя сжатое и вместе с тем популярное изложение теоретических основ и главнейших фактов химии в ее современном состоянии. В первой части книги идет речь о химических теориях, во второй—дается систематика и описание фактов. Книга очень удобна для начинающих.

119. Сборник в помощь самообразованию. Вып. III. Химия. М. 99 г. Ц. 1 р. 20 к.

Ряд интересных и популярных статей, относящихся к различным вопросам, гл. обр. теоретической химии. Обращают на себя внимание статьи: А. Реформатского „Прошлое химии“, „Основные принципы современной химии“ и „Систематика химич. элементов“; М. Коновалова „Химия, ее предмет и задачи“ и „Анализ и синтез в химии“.

120. Смит, А. Введение в неорганическую химию. Пер. с англ. под ред. проф. П. Маликова, 2 вып. Изд. „Матезис“. Одесса. 911—12 г.

121. Тильдентъ, В. Химическіе элементы. Разсужденія о природѣ и происхожденіи ихъ. Пер. съ англ. М. Дукельскаго. Изд. „Образ.“. Спб. 911 г. Цѣна 50 коп.

Элементы.—Соотношенія между атомыми вѣсами.—Эволюціонная теорія.—Періодическій законъ.—Теоретическія разсужденія.

Небольшая книжка извѣстнаго англійскаго физика трактуетъ вопросъ объ эволюціи матеріи не только популярно, но и гораздо болѣе научно, чѣмъ книга Лебона (№№ 55). Изложено увлекательно и очень отчетливо.

122. Тихвинскій, М. Методъ и система современной химіи. Изд. О. Поповой. Спб. 905 г. Ц. 2 р.

Цѣль автора—выяснить роль и степень достовѣрности доктринъ, указать неизбѣжное и отличить его отъ преходящаго и способнаго къ измѣненію. Поэтому авторъ раздѣляетъ „опытную сторону химіи отъ гипотетическихъ ея построений“. Въ теоретической части авторъ старается вывести читателя индуктивнымъ путемъ къ наиболѣе широкимъ обобщеніямъ химіи съ тѣмъ, чтобы затѣмъ исходить дедуктивно только изъ положеній, завоеванныхъ индукціей. Изложеніе не всегда отчетливое.

123. Фарадей, М. Химическая исторія свѣчи. Пер. съ англ. М. Дукельскаго, съ биограф. автора, сост. переводчикомъ. Изд. „Образ.“. Спб. 911 г. Ц. 60 к.

Книжка имѣетъ большой историческій интересъ.

III. Вселенная. Механика и химія неба.

124. Аррениусъ, С. А. Физика неба. Пер. съ нѣм. подъ ред. А. Р. Орбинскаго. Изд. „Матезисъ“. Одесса. 905 г. Ц. 2 р.

Ученый авторъ дѣлаетъ оригинальную и чрезвычайно интересную попытку разобраться, на основаніи новѣйшихъ физическихъ и химическихъ данныхъ, въ вопросъ о строеніи небесныхъ тѣлъ.

125. — Образование міровъ. Пер. съ нѣм. подъ ред. Д. Н. Анучина. М. 909 г. Изд. И. Н. Кушнеревъ. Съ рис. Ц. 1 р.

Авторъ, опираясь на новѣйшія научныя открытія, даетъ новую теорію происхожденія міровъ, оспаривая между прочимъ извѣстные выводы Клаузіуса, что „міръ приближается къ смерти тепла“.

126. Берри, А. Исторія астрономіи. Пер. С. Займовскаго. (Библ. для самообраз.) М. 904 г. Ц. 2 р. 50 к.

Одна изъ лучшихъ книгъ по исторіи астрономіи, научная и вмѣстѣ съ тѣмъ популярная.

127. Болль, Р. Вѣка и приливы. Пер. А. Орбинскаго. Изд. „Матезисъ“. Од. 910 г. Ц. 75 к.

Популярное изложеніе извѣстной теоріи приливной эволюціи системы Луна—Земля. Происхожденіе Луны и дальнѣйшія преобразованія этой системы, предложенныя Дж. Дарвиномъ.

128. Броуновъ, П. Курсъ физической географіи. Изд. К. Риккера. Спб. 910 г. Ц. 4 р.

129. Вальдо, Ф. Современная метеорологія. Очеркъ ея прошлаго и настоящаго. Изд. Девріена. Спб. 97 г.

Авторъ этой книги—метеорологъ-практикъ, много лѣтъ работавшій въ метеорологическихъ обсерваторіяхъ. Книга его представляетъ собою рядъ очерковъ, которые въ своей совокупности даютъ понятіе о главнѣйшихъ успѣхахъ метеорологіи за вторую половину XIX ст. Книга имѣетъ до сихъ поръ большую цѣнность для знакомства съ исторіей метеорологіи.

130. Вальтеръ, І. Исторія земли и жизни. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ дополн. проф. Ф. Левинсона-Лессинга. Изданіе Брокгауза-Ефрона. Спб. 910—12 г. (Печ.)

131. Воейковъ, А. Метеорологія. Спб. 904 г. Ц. 4 р. 50 к.

Капитальный трудъ выдающагося русскаго ученаго, очень богатый фактическимъ матеріаломъ, блестящими идеями и оригинальными сопоставленіями, но написанный очень тяжелымъ слогомъ.

132. Ганнъ, Ю. и Брюкнеръ, Э. Общее землевѣдѣніе. I. Земля и ея атмосфера и гидросфера. II. Земная кора. Съ доп. проф. П. Броунова и І. Шпндлера. Изд. Брокгаузъ-Ефронъ. Спб. 902 г.

Капитальный трудъ, стоящій на уровнѣ современныхъ знаній. Изложеніе фактическое, дѣльное, но сухое.

133. Гумбольдтъ, А. Космосъ. Опытъ физическаго міроописанія. Пер. Фролова и Гусева. Спб. 59 г. (Распр.)

Классическій трудъ, имѣющій громадное историческое значеніе и не утратившій и научнаго значенія до сего времени. Авторъ не только излагаетъ въ немъ исторію изслѣдованія Космоса, но и набрасываетъ яркими штрихами его общую картину. Обширные историческіе матеріалы, собранные Гумбольдтомъ, дѣлаютъ книгу незаменимой до сего дня.

134. Зупанъ, А. Основы физической географіи. Пер. подъ ред. проф. Д. Анучина. Изд. А. Ильина. Спб. 900 г. Ц. 5 р.

Капитальный трудъ, представляющій изъ себя до сихъ поръ лучшее, строго-научное резюме новѣйшихъ изслѣдованій въ области физическаго и отчасти біологическаго землевѣдѣнія. Весьма цѣныя дополненія проф. Д. Анучина, одного изъ самыхъ выдающихся русскихъ географовъ.

135. Кантъ, Э. Происхожденіе міра. Пер. А. Николаева. Изд. „Научн. обзоръ“. Спб. 903 г.

Классическая работа великаго мыслителя, содержащая изложеніе его знаменитой гипотезы о происхожденіи солнечной системы путемъ сгущенія первичной туманности.

136. Карусъ-Штерне. Эволюція міра (Werden und Vergehen). Пер. съ посл. нѣм. изд., обработ. В. Бельше, С. Займовскаго, подъ ред. В. Агафоновъ, съ доп. Н. Умова и Н. Морозова. Изд. „Міръ“. 3 т. М. 907—10 г. Ц. 15 р.

Задача автора—дать въ сжатой формѣ общую картину главнѣйшихъ данныхъ современнаго изслѣдованія, могущую содѣйствовать выработкѣ общаго міросозерцанія. Авторъ подробно, популярно и вмѣстѣ съ тѣмъ чрезвычайно увлекательно рисуетъ картину Космоса и земли и ихъ эволюцію—астрономическую, геологическую, органическую, социальную, подробно рассказывая о происхожденіи солнечной системы, земного шара, растений, животныхъ, человѣчества, социальной жизни. Для начинающихъ читателей трудъ Каруса-Штерне является прекраснымъ введеніемъ въ область естествознанія и научной философіи.

Русскій переводъ сдѣланъ съ послѣдняго нѣмецкаго изд., переработаннаго и обновленнаго В. Бельше. Русск. изданіе очень богато хорошими иллюстраціями.

137. Клейнъ, Я. Астрономическіе вечера. Общедост. астрономія съ очерками по исторіи астрономіи. Доп. изъ Араго, Барнарда, Боля, Гельмгольца, Гершеля, Лапласа, Митчелля, Ньюкомба, Секки, Скиапарелли, Фламмаріона и др. Изд. 4-е „Знаніе“. Спб. Ц. 2 р.

138. — Тоже. Пер. І. Давыдова. Изд. „Вят. тов.“. Спб. 910 г. Ц. 1 р. 25 к. Очень популярно и увлекательно написанная книга, дающая общій очеркъ астрономіи въ связи съ ея исторіей.

139. — Прощае, настоящее и будущее вселенной. Общедоступн. бесѣды по космологіи. Изд. 3-е „Знаніе“. Спб. Ц. 1 р. 50 к.

140. — Тоже. Пер. І. Давыдова. Изд. „Вят. тов.“. Спб. 911 г. Ц. 1 р. 25 к. Одна изъ лучшихъ популярныхъ книгъ, посвященныхъ вопросу о происхожденіи вселенной.

141. — Чудеса земного шара. Общедост. бесѣды по землевѣдѣнію. Изд. „Вят. тов.“. Спб. 911 г. Ц. 1 р. 35 к.

Авторъ „не имѣлъ въ виду дать систематическаго или полнаго изложенія всѣхъ результатовъ, какихъ достигла наука въ области физическаго землевѣдѣнія“, и стремится лишь въ общедоступномъ и живомъ изложеніи познакомить образованнаго читателя съ наиболѣе важными приобращеніями въ этой области знанія. Въ книгѣ много выдержекъ изъ произведеній самихъ изслѣдователей.

142. Клоссовскій, А. Физическая жизнь нашей планеты на основаніи современныхъ воззрѣній. Изд. 2-е, илл. „Матезисъ“. Од. Ц. 40 к.

Авторъ этой увлекательно написанной статьи даетъ въ ней сжатую картину современныхъ воззрѣній, отвѣчая почти на всѣ вопросы, касающіеся жизни земли, т. е. тѣхъ явленій, въ которыхъ выражаются опредѣленные періодическія и вѣковыя измѣненія (О. Хвольсонъ).

143. Красновъ, А. Лекціи по физич. географіи. Хрк. 910 г.

Превосходно задуманный, хотя и нѣсколько спѣшно написанный оригинальный курсъ физич. географіи, которую авторъ понимаетъ, какъ „науку, занимающуюся изученіемъ современнаго состоянія земной поверхности, стремящуюся найти причинную связь между формами и явленіями, сочетаніе коихъ обуславливаетъ несходство различныхъ частей этой поверхности, и изслѣдующую ихъ характеръ, распредѣленіе и вліяніе на жизнь и культуру человѣка“.

144. Кроль, Дж. Развѣтѣ звѣздъ и его отношеніе къ геологическому времени. Пер. съ англ. Изд. ж. „Р. Бог.“. Спб. 89 г. Ц. 60 к.

Авторъ этой книги, знаменитый англійскій ученый, не только знакомитъ читателя съ новыми и новѣйшими теоріями происхожденія нашей солнечной системы, но и даетъ свою собственную, новую, оригинальную теорію ея. Въ этой же книгѣ дано описаніе тѣхъ признаковъ, при помощи которыхъ авторъ дѣлаетъ попытку выяснитъ продолжительность геологическихъ эпохъ.

145. Лампа, А. Силы и законы природы. Пер. Г. Паперна. Изд. Павленкова. Спб. 98 г. Ц. 1 р.

Авторъ ставитъ своей задачей „дать популярное изложеніе основныя теоретическихъ понятій современной физики, насколько оно возможно безъ обращенія къ сложнымъ математическимъ операціямъ“, а вмѣстѣ съ тѣмъ, не ограничиваясь изложеніемъ теорій, знакомитъ съ методами изслѣдованія и дѣлаетъ это яснымъ и простымъ и увлекательнымъ языкомъ. Книга даетъ свѣдѣнія не только по физикѣ, но и по астрономіи.

146. Лапласъ. Изложеніе системы міра. Пер. М. Хотинскаго. 2 т. Спб. 61 г. Ц. 3 р. 50 к.

Классическій трудъ великаго французскаго математика, одно изъ величайшихъ произведеній научнаго гения новаго времени, заключающее изложеніе знаменитой гипотезы о происхожденіи солнечной системы путемъ сгущенія первичной туманности.

147. Литровъ, І. Тайны неба. Общедоступн. изложеніе всѣхъ отдѣловъ астрономіи „Библ. ест.“. Изд. Брокгаузъ-Ефронъ, Спб. Ц. 7 р. 50 к.

Ч. I. Теоретическая астрономія.—Ч. II. Описательная и топографическая.—Ч. III. Физическая, или законы небесныхъ движеній.—Ч. IV. Наблюдательная астрономія, или описаніе и употребленіе астрономическихъ инструментовъ.

Изъ этой книги, представляющей изъ себя настоящую энциклопедію по астрономіи, читатель познакомится со всѣмъ тѣмъ, что въ настоящее время извѣстно астрономамъ относительно небесныхъ тѣлъ (прив.-доц. А. Иванова). Книга требуетъ лишь знакомства съ элементарной математикой.

148. Ловелль, Марс и жизнь на нем. Пер. с англ. с предисл. А. Орбинского. Изд. „Матезис“. Одесса. 1912 г. Ц. 2 р.

149. Лукашевич, О. Элементарная начала научной философии. Неорганическая жизнь земли. Ч. I. Физико-механические процессы земного шара. Спб. 1908 г. Ц. 1 р. 50 к. Ч. II. Жизнь горных пород. Спб. 1909 г. Ц. 2 р. Ч. III. Строение земли в связи с ее историей. Спб. 1911 г. Ц. 4 р.

Подготавливаются к печати входящая в ту же серию: I. Общая начала научной философии. — Ч. II. Общий обзор точных наук. — Ч. IV. Органическая жизнь земли. — Ч. V. Строения нервной системы. — Ч. VI. Учение об организованной деятельности. — Ч. VII. Учение об обществе. Из этого перечисления видно, что автор ставит своей задачей нарисовать, на основании новейших научных данных, общую картину мироздания, дать общий очерк научного мировоззрения, начиная от теории познания до учения об обществе включительно. III т., посвященный неорганической жизни земли, преследует следующую цель: „объединение круга наук, составляющих земледвижение в широком смысле этого слова, изучение нашей планеты в ее настоящем и прошлом“. Соответственно такой задаче автор трактует в этом томе вопрос о происхождении земли, дает описание ее, как члена Космоса и его солнечной системы, говорит о ее форме, размерах, свойствах, об эволюции формы земной поверхности и процессов, обуславливающих ее, и т. д. Все это сделано обстоятельно и научно.

150. Ляйель, Г. Основные начала геологии или новейшие изменения земли и ее обитателей. Пер. с англ. А. Минь. А. Глазунова. Спб. 66 г.

Классический труд знаменитого основателя современной геологии, впервые формулирующий основные принципы этой науки.

151. Мейер, В. Мироздание. Под ред. Глазенапа. Изд. т-ва „Просвѣщ.“. Спб. Ц. 7 р. 50 к., в переплет 8 р. 60 к.

Автор этой книги — директор знаменитой „Ураин“ в Берлине. Не прибегая к помощи математического анализа, автор знакомит читателя с его результатами, простоявая, в логической связи, те общие идеи, которые приводят к широким воззрениям на величие и единство мироздания. В описательной части автор держится того правила, чтобы прежде всего сосредоточить внимание на несомненных фактах, найденных наблюдением, не деля их на какие-либо предположительные допущения, а затем уже, исходя из видимого, выяснять причину и связь явлений. Выходит изданием не оставляет желать ничего лучшего.

152. — Жизнь природы. Мировая картина физических и химических явлений. Пер. под ред. проф. Н. Л. Гезехуса. Изд. „Просвѣщ.“. Спб. 1905 г. Ц. 7 р. 50 к.

Книга представляет из себя „опыт рассмотрения физических и химических явлений с точки зрения внутренней связи между всеми действиями природы.“ — с точки зрения того великого единства силы природы, раскрытие которого является конечной целью всякого исследования. Автор подробно знакомит с явлениями физическими и химическими, а в заключение рисует общую картину Космоса, начиная от бесконечно малого до бесконечно большого.

153. — Вселенная. Ч. I. Мироздание и органическая природа. Ч. II. В свя- тилищах астрономии и лабораторий природы. Пер. Н. Горкина. Изд. „Вѣстн. Зн.“. Спб. 1912 г. (не смѣшивать с №№ 151—152).

154. — Происхождение мира. Пер. с нѣм. С. Займовского. Изд. 2-е т-ва „Мир“. М. 1908 г. Ц. 45 к.

155. — Гибель мира. Пер. с нѣм. С. Г. Займовского. Изд. т-ва „Мир“. М. 1907 г. Ц. 45 к.

Обе книжки рисуют, в очень популярной и увлекательной форме, и вместе с тем строго научно, картину космической эволюции, начиная от первой и до последней ее фазы. В первой книжке отведено много места эволюции биологической.

156. Мессер, Я. Звѣздный атлас для небесных наблюдений. 3-е испр. и доп. изд. К. Риккера. Спб. 1901 г. Ц. 5 р.

Очень детальные карты звѣздного неба, с подробным описательным текстом к ним. Капитальный труд, единственный на рус. язык по своей полноте.

157. Мультион, проф. Эволюция солнечной системы. Пер. с англ. Одесса. 1908 г. Ц. 50 к.

Изложение т. наз. планетозимальной гипотезы происхождения солнечной системы (из спиральной туманности, в отличие от кольцевой гипотезы Лапласа).

158. Мушкетов, И. Физическая геология. Т. I. Общие свойства и состав земли. Тектонические процессы. Изд. 2-е, доп. Спб. 99 г. Т. II. Денудационные процессы. Изд. 2-е. Спб. 1903—5 гг. Ц. 14 р.

Капитальный труд русского знаменитого ученого, единственный в своем роде, энциклопедия физической географии, во многих отношениях самостоятельно разработанная и богата литературными указаниями. Исторической геологии отведено очень мало места. В I т. дано подробное изложение Канто-Лапласовой гипотезы.

159. Неймайер. История земли. Пер. под ред. А. Иностранцева. Изд. т-ва „Просвѣщ.“. Спб. Ц. 12 р. 80 к.

Капитальный труд известного немецкого ученого, изящно и даже увлекательно написанный и строго научный по содержанию. Обнимает как физическую географию, так и историческую геологию. Лучшая книга для первоначального знакомства с этой наукой. Роскошное издание.

160. Ньюкомб, С., проф. Астрономия для всех. Пер. с англ. с пред. А. Орбинского. Одесса. 1905 г. Ц. 1 р. 50 к.

161. Ньюкомб и Энгельман. Астрономия в популярном изложении. Пер. Н. Дрентельна. Изд. К. Риккера. Спб. 95—96 гг. Ц. 6 р.

Цель автора — дать общеобразованному читателю краткий очерк истории, приемов и результатов астрономической науки, преимущественно в тех областях, которые возбуждают наибольший философский интерес, и изложить ее таким языком, какой был бы понятен без математической подготовки. Много исторических данных. Одна из лучших книг по астрономии на рус. язык. Пер. с нем. изданий, дополненного Энгельманом.

162. Покровский, К. Д. Успехи астрономии в XIX ст. Общедоступн. очерк. Изд. ред. „Образование“. Спб. 1902 г. Ц. 1 р. 20 к.

Наследие XVIII в. Развитие наблюдательных средств в XIX в. Главнейшие результаты, полученные с помощью визуальных наблюдений. Астрофотография. Астрофотометрия. Спектральный анализ. Спектрография. Теоретическая астрономия.

Книга написана ясно, просто и даже увлекательно. Может служить хорошим дополнением к книге Берри (№ 126).

163. — Звѣздный атлас для всеобщего ознакомления с небом и для систематических наблюдений. Дополнение к „Путеводителю по небу“. Спб. 1905 г. Изд. А. Маркса. Ц. 3 р. 50 к.

Хорошее руководство для практических занятий начинающих. К атласу приложены практические указания. Сравнительно с трудом Мессера (№ 156) карты не столь подробны.

164. — Путеводитель по небу. Практич. руководство к астрономич. наблюдениям невооруженным глазом и малой трубой. Изд. А. Маркса. Спб. 1907 г. Ц. 2 р.

Превосходное руководство для начинающих. Автор умѣет увлечь читателя своим изложением.

165. Ратцель, Ф. Земля и жизнь. Сравнительное земледвижение. Пер. под ред. проф. П. Кротова. Изд. „Просвѣщ.“. Спб. 1905—6 г.

166. — То же. Пер. под ред. В. Агафонова. Изд. Брокгауз-Ефрон. Спб. 1905 г.

Земледвижение в доисторическ. и историч. периоды. Земля и окружающий ее мир. Деятельность внутренних сил. Суша, вода и воздух. Органическое понимание земли в ее совокупности. Жизнь земли.

Книга известного немецкого географа дает общую картину физической жизни земного шара и рассматривает „преимущественно взаимные отношения явлений на земной поверхности, в духе Карла Риттера“.

Сравнительно с изданием „Просвѣщ.“ издание Брокгауз-Ефрона кажется лубочным.

167. Русский астрономический календарь. 2 вып. Изд. Нижегородск. кружка люб. физ. и астрон. Нижн.-Новг. Ц. 1 р. 25 к.

Очень полезная и необходимая справочная книжка для всех занимающихся астрономией.

168. Снайдер, К. Картина мира в свѣтѣ современного естествознания. Пер. с нѣм. под ред. проф. Б. Завьялова. Изд. „Матезис“. Одесса. 1909 г. Цѣна 1 р. 50 к.

Мир за пределами наших чувств. — Безграничен ли мир? — Элементы вселенной. — Успехи в деле объяснения сущности электричества. — В поисках за первоатомией. — Бертольд — родоначальник химического синтеза. — Накал разгадки тайны жизни и духа. — Новѣйшая теория о сущности жизненных явлений. — Мозг и мысль. — Борьба организма с болезнями. — Чтение мыслей, телепатия, гальванометр. Безпроводный телеграф.

Автор ставит своей задачей „представить мир при свѣтѣ новых идей“, что и делает в живой, увлекательной форме.

169. Реклю, Э. Земля. Описание жизни земного шара. Суша. Вода. Ядро земли. Океан. Атмосфера. Жизнь. Пер. под ред. и с прим. Н. Рубакина. 8 вып. Изд. О. Поповой. Спб. 95 г. Ц. 6 р. 70 к.

170. — То же. Иллюстр. изд. (2-е) отд. книжками, под ред. Н. Рубакина, с прим. и дополн. Н. Рубакина и Н. Ульянова. С прим. статей И. Лукашевича и др. и списками научных и научно-популярных книг (с их описаниями). Изд. К. Тихомирова. М. 1911 г. Ц. по 60 к. за вып. (Изд. продолж.)

171. — Земля и люди. Всеобщая география. Изд. 2-е „Общ. Пользы“. Спб. Ц. 40 р.

172. — Человѣкъ и земля. Пер. П. Шмидта. Изд. Брокгауз-Ефрон. Спб. 1906—9 гг. (Продолжение предыдущего.)

Эти три труда знаменитого ученого, в своей совокупности, представляют единое целое, проникнутое одной общей, глубоко научной, гуманной и социальной идеей, и написаны не только вполне научно, но и художественно и с настроением. Это своего рода Космос, охватывающий и жизнь природы и жизнь человечества, и его историю, как результат взаимодействия природы и человека, в связи с стремлением этого последнего внести в свою жизнь возможно больше истины и справедливости. Первый труд Реклю рисует, как единое целое, природу неорганическую и органическую и их жизнь в ее изменениях; второй рассматривает „жизнь человечества в связи с природой различных стран земли“ и третий — „судьбы человека в послѣдовательности чередующихся вѣков“. В этом последнем труде автор стремится установить

„на прочномъ базисѣ фактовъ-выводы, относяшіеся къ области социологии“, „разсмотрѣть вліяніе почвы, климата и всего окружающаго на историческія событія, показать связь судеб человечества съ землей, выяснитъ причины и слѣдствія аъ жизни и дѣятельности народовъ и установить гармонію ихъ съ общимъ ходомъ развитія нашей планеты“.

173. Спенсеръ, Г. Прогрессъ, его законъ и причины. (См. Собран. сочин. Г. Спенсера. Пер. подъ ред. Н. Рубакина.) Опыты. Тамъ же: Основныя начала.

174. Уоллесь, А. Р. Мѣсто человѣка во вселенной. Пер. Е. Лазарева. Изд. О. Поповой. Спб. 903 г. Ц. 1 р. 50 к.

Авторъ этой книги, знаменитый натуралистъ, одинъ изъ творцовъ эволюціонной теоріи происхожденія видовъ, очень оригинально и интересно трактуетъ въ своей книгѣ цѣлый рядъ вопросовъ, представляющихъ большой научно-философскій интересъ (напр., объ обитаемости небесныхъ свѣтилъ, о границахъ Вселенной и т. п.). Несмотря на нѣкоторую сухость изложенія, книга читается съ захватывающимъ интересомъ.

175. Фай. Происхожденіе міра. Космогоническія теоріи, древнія и современныя. Гипотеза Лапласа и собственная теорія автора. Изд. 3-е Губинскаго. Спб. 905 г. Ц. 1 р. 25 к.

Авторъ этой интересной книги, извѣстный французскій астрономъ, ставитъ своей задачей изложить въ главнѣйшія современныя ему гипотезы о происхожденіи міра, дать научно-критическій анализъ ихъ и изложить свою собственную гипотезу, впрочемъ, не получившую права гражданства въ наукѣ. Изданіе этой книги, сдѣланное Губинскимъ, очень плохо.

176. Юнгъ. Солнце. Съ рис. Изд. 2-е т-ва „Знаніе“. Спб. Ц. 1 р. 50 к. (распр.).

Авторъ этой книги, извѣстный американскій ученый, ставитъ своей задачей собрать и систематически изложить въ возможно популярной формѣ всѣ научно установленные факты и основанныя на нихъ теоріи о солнцѣ и о его строеніи. Авторъ очень остороженъ въ выводахъ и съ особенной добросовѣстностью старается „проводить черту между извѣстнымъ и гадательнымъ“. Много мѣста отведено въ книгѣ и методамъ изслѣдованія.

Содержаніе II тома.

МЕРТВАЯ ПРИРОДА.

Подъ редакціей Николая Морозова.

Часть первая (теоретическая).

II. Химическіе процессы.		Стр.
(Продолженіе.)		
Проф. Л. А. Чугаева.		
VIII. Растворы		423
1. Физическая природа растворовъ		425
2. Вѣсь молекулы растворенныхъ веществъ		430
3. Коллоидальное состояніе вещества		434
4. Теорія электролитической диссоціаціи		438
5. Проявленіе химизма въ растворахъ		452
6. Кріогидраты		458
Заключеніе		462
IX. Составъ химической молекулы.		466
X. Строеніе химической молекулы. Элементъ углеродъ		475
1. Органическія соединенія и структурная теорія		477
2. Изомерія		485
3. Органический синтезъ		492
4. Классификація органическихъ соединеній		493
5. Стереохимическое ученіе		499
6. Углеродистыя соединенія, какъ матеріальная основа жизни. Ферменты		508
XI. Периодическій законъ		523
1. Валентность		526
2. Электрохимическій характеръ элементовъ		531
3. Физическія свойства простыхъ тѣлъ и химическихъ соединеній		539
4. Переходные элементы нулевой и восьмой группы		543
5. Исправленіе атомныхъ вѣсовъ		549
6. Предсказанія новыхъ элементовъ		551
7. Отступленія отъ періодическаго закона и ихъ возможные причины		553
XII. Происхожденіе вещества и радиоактивные элементы		558
1. Составъ и строеніе атома		562
2. Радиоактивныя вещества		573
3. Радій		582
4. Эманация		584
5. Превращенія эманаций. Образование гелія		586
6. Индуцированная радиоактивность		589
7. Энергія, выделяемая радиоактивными тѣлами. Радиоактивность, какъ общее свойство матеріи		592
Заключеніе		596
III. Вселенная.		
Николая Морозова.		
I. Передъ лицомъ безконечности и вѣчности.		
1. Отъ стараго къ новому		605
2. Свѣтъ и пространство		610

3. Общая картина нашего звѣзд- наго неба	Стр. 618	IV. Дѣти Солнца и его внуки.	Стр.
II. Законы, управляющіе движе- ніемъ и эволюціей міровъ.		1. Міръ планетъ	763
1. Всемірное тяготѣніе	627	2. Марсъ и его дѣти	767
2. Наглядныя причины эллип- тическихъ движеній небес- ныхъ тѣлъ	636	3. Венера и Меркурій	779
3. Законъ устойчивости тяго- тѣющихъ другъ къ другу мі- ровъ	644	4. Планетки-пигмеи на границѣ между большими и малыми планетами солнечной системы	786
III. Земля и Луна — двойная пла- нета.		5. Юпитеръ, планета-гигантъ	790
1. Общая характеристика	651	6. Сатурнъ и его кольца	797
2. Приливныя взаимодействія Земли и Луны. Участвіе въ нихъ Солнца и Великаго центра звѣздныхъ орбитъ	653	7. Уранъ и Нептунъ. Перво- степенные космическіе во- просы, возбуждаемые ихъ особенностями	803
3. Затмѣнія Солнца на Землѣ и на Лунѣ	659	V. Свѣтило нашихъ дней и его физическое строеніе.	
4. Числовыя данныя для пары Земля-Луна. Наклоненія ихъ осей вращенія, какъ клима- тическіе факторы. Атмосфе- ры Земли и Луны	664	1. Введеніе	810
5. Значеніе атмосферы для пла- неты	675	2. Солнечная фотосфера	812
6. Видъ земной поверхности	684	3. Въ глубинѣ Солнца	816
7. Внутреннее строеніе Земли. Землетрясенія	687	4. Неоднородность солнечной поверхности подѣ фотосфе- рой	823
8. Двѣ послѣднія одежды Земли	695	5. Физика и химія Солнца	827
А. Гнейсовая стадія эволюціи планеты Земли	698	VI. На периферіи солнечной сн- стемы.	
Б. Водная стадія эволюціи планеты Земли	703	Солнечная Корона и Зодіакаль- ный свѣтъ. Кометы. Общая атмосфера нашей планетной системы	834
9. Общій видъ лунной поверх- ности	716	VII. Чуждыя намъ Солнца Все- ленной:	
10. Рѣки—артеріи живой планет- ты. Ихъ общій видъ на Землѣ и кажущееся отсутствіе на Лунѣ. Возможна ли на совре- менной Лунѣ органическая жизнь	725	1. Солнце среди своихъ собратьевъ	869
11. Вулканизмъ и его значеніе въ жизни планеты. Земные вулканы и лунные цирки	733	2. Жизнь звѣзды	873
		3. Двойныя звѣзды	881
		4. Звѣздные рон	886
		5. Послѣднія минуты звѣздной жизни	894
		Библиографія къ теоретической части отдѣла „Мертвая природа“.	
		Главнѣйшія произведенія на- учной и научно-популярной ли- тературы на русскомъ языкѣ о неорганической природѣ. Со- ставилъ Н. Рубакинъ	905
		Содержаніе II тома	919

Иллюстраціи на отдѣльныхъ листахъ.

1. Якобусъ-Гендрикусъ Вантъ-Гоффъ. Меццотинто-гравюра	Стр. 428
2. Современная химическая лабораторія Mattdruckkunst	436
3. Сванте-Августъ Арреніусъ. Меццотинто-гравюра	444
4. Микроскопическая картина образованія криогидратовъ при охлажденіи растворовъ окрашенныхъ солей. Цвѣтная таблица	461
5. Іоаннъ Баптистъ А. Дюма. Меццотинто-гравюра	468
6. Александръ Михайловичъ Бутлеровъ. Меццотинто-гравюра	476
7. Юстусъ Либихъ. Меццотинто-гравюра	484
8. Лабораторія Либиха въ Гиссенѣ 1839 г. Mattdruckkunst	492
9. Адольфъ фонъ-Байеръ. Меццотинто-гравюра	500
10. Фридрихъ-Августъ Кекуле. Меццотинто-гравюра	508
11. Эмиль Фишеръ. Меццотинто-гравюра	516
12. Дмитрій Ивановичъ Менделѣевъ. Меццотинто-гравюра	530
13. Д. И. Менделѣевъ въ лабораторіи. Mattdruckkunst	538
14. Рамзай (William Ramsay). Меццотинто-гравюра	546
15. Христіанъ Бунзенъ. Меццотинто-гравюра	570
16. Кюри (Pierre Curie) Меццотинто-гравюра	578
17. Кюри-Склодовская (S. Curie). Меццотинто-гравюра	586
18. Съ гравюры изъ кн. Шейхера „Biblia Sacra“, 1718 г. Mattdruckkunst	602
19. Стратоновы таблицы. Mattdruckkunst	618
20. Лапласъ (Pierre-Simon Laplace). Меццотинто-гравюра	634
21. Сатурнъ Mattdruckkunst	650
22. Гершель (William Herschel). Меццотинто-гравюра	658
23. Земля-Луна. Табл. I, II и III	666
24. Кеплеръ (Johann Kepler). Меццотинто-гравюра	674
25. Карта Земли (по Элизе Реклю)	690
26. Сталактиты, сталагмиты и т. н. стекловидныя трубочки въ Гротѣ рось, въ Бельгін	698
27. Коперникъ (Nicolaus Copernicus). Меццотинто-гравюра	706
28. Лунный ландшафтъ. Цвѣтная таблица	722
29. Локьеръ (I. Norman Lockyer). Меццотинто-гравюра	746
30. Террасы и дюны на Лунѣ	762
31. Таблишы IV и V. Астрономическія константы планетъ	770
32. Карта Марса въ меркаторской проекціи по Мёдонскимъ наблюденіямъ Антоніади въ 1900 г.	778
33. Планета Юпитеръ. Цвѣтная таблица	790
34. Таблица VI. Абсолютныя гаммы волнообразныхъ колебаній эвира и другихъ физическихъ тѣлъ	794
35. Спектры Луны и за-астероидныхъ планетъ	802
36. Бредихинъ, Оедоръ Александровичъ. Меццотинто-гравюра	810

	Стр.
37. Солнечные протуберансы I и II. <i>Цвѣтная таблица</i>	826
38. Секки (Angelo Secchi). <i>Меццотинто-гравюра</i>	834
39. Ньюкомбъ (Simon Newcomb). <i>Меццотинто гравюра</i>	842
40. Пикерингъ (Edward Charles Pickering). <i>Меццотинто-гравюра</i>	858
41. Звѣздное небо сѣвернаго полушарія	874
42. Звѣздное небо южнаго полушарія	874
43. Таблица. Созвѣздія сѣв. полушарія неба и прилежающія къ нему изъ южнаго	874
44. Таблица. Созвѣздія южнаго полушарія и прилежающія къ нему изъ сѣвернаго	874
45. Таблицы VII и VIII	882
46. Струве, Василій Яковлевичъ (Fr.-G.-W. Struve). <i>Меццотинто-гравюра</i>	890

Опечатки въ I и II томахъ.

Страница.	Строка.	Напечатано:	Нужно:
37	22 сверху.	опротивленія	сопротивленія.
183	1 снизу.	конѣ	началѣ
337	рис. 197,	въ немъ	въ баллонѣ.
531	4 снизу.	менѣе	болѣе.

547 послѣдняя
графа
(справа)
таблицы.

Содержаніе въ 1.000
граммахъ воздуха.

около 0,0005 грам.

„ 0,009 „

„ 13 „

„ 0,28 „

„ 0,05 „

Въ 100 частяхъ
воздуха, по объему,
содержится.

0,93236

0,0181

0,00054

0,0000049

0,00000059